

**MATEMATİKSEL MODELLEME DERSİ
ÖĞRETİM PROGRAMI TASARISI
GELİŞTİRİLMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Emre AKKAYA

Doktora Tezi

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı

2025

(Her hakkı saklıdır.)

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI
MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

**MATEMATİKSEL MODELLEME DERSİ ÖĞRETİM PROGRAMI TASARISI
GELİŞTİRİLMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ**

(Development and Evaluation of the Mathematical Modeling Course Curriculum Design)

DOKTORA TEZİ

Emre AKKAYA

Danışman: Prof. Dr. Alper ÇİLTAŞ

Erzurum

Temmuz, 2025

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Emre AKKAYA tarafından hazırlanan “ MATEMATİKSEL MODELLEME DERSİ ÖĞRETİM PROGRAMI TASARISI GELİŞTİRİLMESİ ve DEĞERLENDİRİLMESİ ” başlıklı çalışması 07/07/2025 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Matematik Eğitimi Bilim Dalında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:	Prof. Dr. Abdullah KAPLAN <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Danışman:	Prof. Dr. Alper ÇİLTAŞ <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi:	Prof. Dr. Meryem ÖZTURAN SAĞIRLI <i>Erzincan Binalı Yıldırım Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi:	Doç. Dr. Ceyhun OZAN <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi:	Dr. Öğr. Üyesi Ferhat ÖZTÜRK <i>Kırıkkale Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

07 /07 / 2025

Aslı ıslak imzalıdır

Prof. Dr. Refik DİLBER

Enstitü Müdürü

ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI

Doktora Tezi olarak sunduğum “ Matematiksel Modelleme Dersi Öğretim Programı Tasarısı Geliştirilmesi ve Değerlendirilmesi ” başlıklı çalışmanın tarafımdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını ve yararlandığım eserleri kaynakçada gösterdiğimi beyan ederim.

... / ... / 20..

Aslı ıslak imzalıdır

Emre AKKAYA

☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

☐ Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması, SDK-2023-11987 kodlu BAP projesi kapsamında gerçekleştirilmiş olup, süreç boyunca bizlerden desteğini esirgemeyen Atatürk Üniversitesi BAP birimine teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam sürecinde bilgi ve deneyimleriyle bana yol gösteren, her zaman desteğini hissettiren değerli danışmanım Prof. Dr. Alper ÇİLTAS’a en içten teşekkürlerimi sunarım. Akademik gelişimime katkı sağlayan, kıymetli görüş ve önerileriyle tezime yön veren saygıdeğer hocalarım Prof. Dr. Abdullah KAPLAN ve Doç. Dr. Ceyhun OZAN’a şükranlarımı sunarım. Ayrıca, bu süreçte her zaman desteklerini esirgemeyen ve akademik yolculuğumda katkılarını hissettiğim Prof. Dr. Levent AKGÜN ve Prof. Dr. Yasin SOYLU hocalarıma da teşekkür ederim.

Hayatımın her anında olduğu gibi bu zorlu süreçte de yanımda olarak bana güç veren, sabırla ve sevgisiyle destek olan canım eşim Elif Yuca AKKAYA ve çocuklarıma minnettarım. Varlıkları, bu süreci benim için daha anlamlı ve değerli kılmıştır.

Emre AKKAYA

ÖZ

DOKTORA TEZİ

MATEMATİKSEL MODELLEME DERSİ ÖĞRETİM PROGRAMI TASARISI GELİŞTİRİLMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Emre AKKAYA

Temmuz 2025, 348 Sayfa

Amaç: Bu çalışmanın amacı, matematik öğretmenliği lisans programında yer alan matematiksel modelleme dersi için ortak bir yapı ve içerik çerçevesinde özgün bir öğretim programı tasarısı geliştirmek ve bu tasarının etkililiğini çeşitli paydaş görüşleri doğrultusunda değerlendirmektir.

Yöntem: Araştırmada, matematiksel modelleme dersi öğretim programı tasarısı geliştirmek ve etkililiğini değerlendirmek amacıyla Tasarım ve Geliştirme Araştırması (TGA) modelinin Tip 1 türü benimsenmiştir. Nitel araştırma desenine dayalı çalışmada doküman incelemesi, görüşme ve gözlem teknikleri kullanılmıştır. Katılımcılar, ölçüt örnekleme yoluyla belirlenen 4 öğretim elemanı, 10 matematik öğretmeni ve 11 öğretmen adayından oluşmaktadır. Veriler, üniversite web siteleri, görüşmeler, gözlemler ve uzman değerlendirmeleri yoluyla toplanmıştır. Elde edilen veriler, programın tasarımı ve uygulanmasına ilişkin çok yönlü bir değerlendirme sunmuştur.

Bulgular: Araştırmada, İlköğretim ve Ortaöğretim Matematik Öğretmenliği Lisans Programları'ndaki matematiksel modelleme derslerinin mevcut durumu ve ihtiyaçları analiz edilmiş, 66 devlet üniversitesinde dersin varlığı tespit edilmesine rağmen içerik, öğrenme çıktıları, öğrenme öğretme süreçleri ve değerlendirme boyutlarında önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Türkiye'deki modelleme eğitiminin genellikle bilgi aktarımına dayalı olduğu, uluslararası süreç temelli ve teknoloji destekli yaklaşımlardan uzak kaldığı, ayrıca yazılı ve ortak bir program eksikliği bulunduğu görülmüştür. İncelenen programlarda amaç ve hedeflerin ön planda olduğu, ancak öğretim yöntemleri ve ölçme-değerlendirme boyutlarının eksik kaldığı; içeriklerin modelleme döngüsüne odaklanırken teknoloji kullanımı ve özgün problemlerin yetersiz olduğu; öğretim yöntemlerinde anlatım ve tartışmanın ağırlıklı olduğu, dijital araç kullanımının sınırlı kaldığı; ölçme-değerlendirmede ise çoğunlukla geleneksel sınavlara yer verildiği tespit edilmiştir.

Sonuçlar: Bu araştırma, lisans düzeyinde matematiksel modelleme eğitimi için özgün ve bütüncül bir öğretim programı geliştirilmesinin gerekliliğini ortaya koymuştur. Öğretmenler ve öğretmen adaylarının bu alandaki kuramsal ve uygulamalı eksiklikleri, programın disiplinlerarası bir yaklaşımla tasarlanmasını zorunlu kılmıştır. Katılımcı görüşleriyle şekillendirilen program, uygulama sürecinde etkili ve işlevsel bulunmuş; uzman değerlendirmeleri doğrultusunda öğrenme çıktıları netleştirilmiş, içerik, öğrenme öğretme yaşantıları ve ölçme-değerlendirme araçları çeşitlendirilmiştir. Geliştirilen program, matematiksel modelleme eğitimindeki teorik ve pratik boşluğu dolduran, alan yazınına yenilikçi bir katkı sunan ve gelecekteki çalışmalara rehberlik edebilecek sistematik bir yapı kazanmıştır.

Anahtar Kelimeler: matematik eğitimi, matematiksel modelleme, öğretim programı, program tasarısı, tasarım ve geliştirme araştırması modeli

ABSTRACT

DOCTORAL DISSERTATION

DEVELOPMENT AND EVALUATION OF THE MATHEMATICAL MODELING COURSE CURRICULUM DESIGN

Emre AKKAYA

July 2025, 348 Pages

Purpose: The aim of this study is to develop an original curriculum proposal for the mathematical modeling course included in the Mathematics Teacher Education Program, based on a common framework of structure and content, and to evaluate its effectiveness in line with the views of various stakeholders.

Method: In this research, Type 1 of the Design and Development Research (DDR) model was adopted to develop a curriculum proposal for the mathematical modeling course and to evaluate its effectiveness. The study, grounded in a qualitative research design, employed document analysis, interviews, and observation techniques. The participants consisted of faculty members, mathematics teachers, and prospective teachers, selected through criterion sampling. Data were collected from university websites, interviews, observations, and expert evaluations. The data obtained provided a multidimensional evaluation of the design and implementation of the program.

Findings: The study analyzed the current state and needs of mathematical modeling courses in the Elementary and Secondary Mathematics Teacher Education Undergraduate Programs. Although the presence of such courses was identified in 66 public universities, significant variations were found in terms of content, learning outcomes, teaching-learning processes, and assessment methods. It was observed that modeling education in Turkey predominantly relies on knowledge transmission, diverging from international process-oriented and technology-enhanced approaches, while also lacking a standardized and shared curriculum. The examined programs prioritized objectives and goals but exhibited deficiencies in instructional methods and assessment dimensions. While the content focused on the modeling cycle, it was found to lack sufficient integration of technology and authentic problems. In terms of teaching methods, lectures and discussions dominated, with limited use of digital tools. Regarding assessment, traditional exams were predominantly employed.

Conclusions: This study demonstrates the necessity of developing an original and comprehensive instructional program for undergraduate-level mathematical modeling education. The theoretical and practical deficiencies observed among both in-service and pre-service teachers necessitated an interdisciplinary approach in the program's design. The program, shaped by participant feedback, proved effective and functional during implementation. Through expert evaluations, the learning outcomes were refined, while the content, teaching-learning experiences, and assessment tools were diversified. The developed program addresses critical theoretical and practical gaps in mathematical modeling education, offers an innovative contribution to the literature, and establishes a systematic framework capable of guiding future research endeavors.

Keywords: mathematics education, mathematical modeling, curriculum design, design and development research model

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI	i
ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ	xi
BİRİNCİ BÖLÜM	1
Giriş	1
Araştırmanın Amacı	2
Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi	4
Araştırmanın Sınırı ve Kapsamı	4
Varsayımlar	5
Terim ve Tanımlar	5
İKİNCİ BÖLÜM	6
Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar	6
Matematiksel Modelleme	6
Matematiksel Modelleme ve Modelleme Süreci	6
Matematiksel Modelleme Yeterlikleri	12
Matematiksel Modelleme Perspektifleri	14
Matematiksel Modelleme Etkinlikleri	16
Matematiksel Modelleme Eğitimi ve Karşılaşılan Zorluklar	19
Matematiksel Modelleme ve Teknoloji	25
Matematiksel Modelleme ve Öğretmen Eğitimi	28
Matematiksel Modelleme ve Problem Çözme	30
Matematiksel Modellemede Değerlendirme	32
Eğitimde Program Geliştirme	36
Program Geliştirme Süreci	37

Öğretim Programlarının Öğeleri	39
Eğitimde Program Geliştirme Modelleri	48
Yükseköğretimde Eğitim Programı Geliştirme	57
İlgili Araştırmalar	58
Matematiksel Modellemeyle İlgili Araştırmalar	58
Yükseköğretimde Program Geliştirmeyle İlgili Araştırmalar	66
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	69
Yöntem	69
Araştırma Yöntemi	69
Çalışma Grubu ve Veri Kaynakları	69
Veri Toplama Araçları	71
Alan Yazını Taraması	71
Doküman İncelemesi	72
Görüşme	72
Gözlem Formu	73
Araştırma Süreci	73
Verilerin Analizi	75
Doküman Analizi	76
Gözlem Verilerinin Analizi	77
Görüşme Verilerinin Analizi	79
Uzman Görüşü	80
Araştırmacının Rolü	80
Geçerlik ve Güvenirlik	81
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	83
Bulgular	83
Üniversite Web Sitelerinde Bulunan Verilere Göre Eğitim Fakültelerinde İlköğretim	
Matematik ve Matematik Öğretmenliği Lisans Programında Uygulanan Matematiksel	
Modelleme Dersinin Öğretim Programlarının Tanımlanmasına İlişkin Bulgular	83
Matematiksel Modelleme Dersinin Üniversite Web Sayfalarında Bulunan Bilgelere	
Göre Amaçlar Boyutunun Bulguları	107
Matematiksel Modelleme Dersinin Üniversite Web Sayfalarında Bulunan Bilgilere	
Göre İçerik Boyutunun Bulguları	112
Matematiksel Modelleme Dersinin Üniversite Web Sayfalarında Bulunan İçeriklere	
Göre Öğretme Öğrenme Süreci Boyutunun Bulguları	133

Matematiksel Modelleme Dersinin Üniversite Web Sayfalarında Bulunan İçeriklere Göre Değerlendirme Boyutunun Bulguları	135
Matematiksel Modelleme Dersinin Öğretim Programlarına Yönelik Olarak Öğretim Elemanlarının Görüşlerine İlişkin Bulgular	137
Matematiksel Modelleme Dersinin Öğretim Programlarına Yönelik Olarak Öğretmenlerin Görüşlerine İlişkin Bulgular	145
Matematiksel Modelleme Dersinin Öğretim Programlarına Yönelik Olarak Öğretmen Adaylarının Görüşlerine İlişkin Bulgular	153
Hazırlanan ve Uygulaması Yapılan Matematiksel Modelleme Dersi Öğretim Programı Tasarısına Yönelik Öğretmen Adaylarının Görüşlerine Yönelik Bulgular	161
Hazırlanan ve Uygulaması Yapılan Matematiksel Modelleme Dersi Öğretim Programı Tasarısına Yönelik Gözlem Formuna Ait Bulgular	165
Hazırlanan ve Uygulaması Yapılan Matematiksel Modelleme Dersi Öğretim Programı Tasarısına Yönelik Uzman Görüşlerine Yönelik Bulgular	167
Programın Genel Amaçları ve Öğrenme Çıktılarının Belirlenmesi	169
Programın Genel Amaçları	169
Programda Kazandırılması Öngörülen Beceriler	170
Programın Öğrenme Çıktıları	179
İçeriklerin Belirlenmesi	179
Öğrenme-Öğretme Sürecinin Belirlenmesi	180
Değerlendirme Sürecinin Belirlenmesi	183
BEŞİNCİ BÖLÜM	188
Tartışma ve Sonuç	188
Öneriler	198
KAYNAKÇA	200
Web Siteleri İncelenen Üniversiteler	217
EKLER	222
EK-1. Mülakat Soruları	222
EK-2. Gözlem Formu	225
EK-3. Matematiksel Modelleme Dersi Öğretim Programı	226
EK-4. Etik Kurul Kararı	339
ÖZ GEÇMİŞ	340

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. <i>Matematiksel Modelleme Perspektifleri (Bukova-Güzel vd., 2021)</i>	14
Tablo 2. <i>Modelleme Becerilerini Değerlendirme Rubriği (Tekin-Dede & Bukova-Güzel, 2018)</i>	34
Tablo 3. <i>Model Oluşturma Etkinliklerinde Öğrenci Çözümlerini Değerlendirme (Diefes-Dux vd., 2012)</i>	35
Tablo 4. <i>Hedeflerin Taşınması Gereken Özellikler</i>	41
Tablo 5. <i>Program Tasarım Yaklaşım Türlerinin Karşılaştırılması (Karacaoğlu, 2011)</i>	48
Tablo 6. <i>Araştırma Soruları Bağlamında Kullanılan Veri Toplama Araçları</i>	71
Tablo 7. <i>Araştırma Soruları Bağlamında Kullanılan Veri Analizi Yöntemleri</i>	76
Tablo 8. <i>Örnek Kodlama</i>	79
Tablo 9. <i>Üniversite Web Sitelerinde Bulunan Verilere Göre Eğitim Fakültelerinde İlköğretim Matematik ve Matematik Öğretmenliği Lisans Programında Uygulanan Matematiksel Modelleme Dersinin Öğretim Programları Boyutlarına Göre Bilgilerin Varlığı</i>	83
Tablo 10. <i>Üniversitelerin Web Sayfalarında Yer Alan Modelleme ile İlgili Dersin İsimleri</i> ..	85
Tablo 11. <i>Amaç Boyutunda Üniversite Web Sayfalarında Yer Alan Bulgular</i>	107
Tablo 12. <i>İçerik Boyutunda Üniversite Web Sayfalarında Yer Alan Bulgular</i>	112
Tablo 13. <i>Öğretme-Öğrenme Boyutunda Üniversite Web Sayfalarında Yer Alan Bulgular</i> ..	133
Tablo 14. <i>Değerlendirme Boyutunda Üniversite Web Sayfalarında Yer Alan Bulgular</i>	135
Tablo 15. <i>Öğretim Elemanlarının Matematiksel Modelleme Dersi Öğretim Programlarının Hedef Boyutuna İlişkin Görüşlerine Ait Bulgular</i>	137
Tablo 16. <i>Öğretim Elemanlarının Matematiksel Modelleme Dersi Öğretim Programlarının İçerik Boyutuna Yönelik Görüşlerine İlişkin Bulgular</i>	140
Tablo 17. <i>Öğretim Elemanlarının Matematiksel Modelleme Dersi Öğretim Programlarının Ölçme ve Değerlendirme Boyutuna Yönelik Görüşlerine İlişkin Bulgular</i>	144
Tablo 18. <i>Matematik Öğretmenlerinin Matematiksel Modelleme Dersi Öğretim Programlarına İlişkin Görüşlerine Ait Bulgular</i>	145
Tablo 19. <i>Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Dersinin Öğretim Programlarına İlişkin Görüşlerine Ait Bulgular</i>	153
Tablo 20. <i>Uygulaması Yapılan Matematiksel Modelleme Dersi Öğretim Programı Tasarısına Yönelik Öğretmen Adaylarının Görüşleri</i>	161
Tablo 21. <i>Değerlendirme Süreci Planlaması</i>	184

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Matematiksel Model (Çiltaş, 2011)	7
Şekil 2. Matematiksel Modelleme Süreci (Kapur, 1989'den aktaran Çavuş Erdem, 2018)	8
Şekil 3. Modelleme Sürecinin Yapısı (Müller ve Witmann, Akt., Hıdıroğlu & Bukova-Güzel, 2013)	8
Şekil 4. Matematiksel Modellemedeki Basamaklar (Mason, Akt., Aydın-Güç, 2015)	9
Şekil 5. Matematiksel Modelleme Süreci (Berry ve Houston, Akt., Karakaş, 2020)	10
Şekil 6. Modelleme Süreci (Blomhøj & Jensen, Akt., Saka, 2016)	10
Şekil 7. Modelleme Döngüsü (Lesh ve Doerr, 2003'den aktaran Biber & Özdemir, 2015) ...	11
Şekil 8. Matematiksel Modelleme Döngüsü (Blum ve Leiß, 2007)	12
Şekil 9. Matematiksel Modelleme Döngüsü (Borromeo Ferri, 2007)	20
Şekil 10. Disiplinler Arası Matematiksel Modelleme Süreci (Gürbüz & Doğan, 2019)	27
Şekil 11. Program Geliştirme Döngüsü (Thijs & Akker, 2009)	37
Şekil 12. Tyler Modeli (eğitimbilimler.ortlari.com sitesinden edinilmiştir.)	50
Şekil 13. Taba Modeli	51
Şekil 14. Taba-Tyler Modeli (Alıcı, 2014)	51
Şekil 15. Sistem Yaklaşımı Modeli (Demirel, 1992)	52
Şekil 16. Eisner'in Program Geliştirme Modeli (Lunenburg, 2011)	53
Şekil 17. Kerr Modeli (Ishemo vd., 2012)	54
Şekil 18. MEB Program Geliştirme Modeli (Demirel, 2014)	55
Şekil 19. Demirel'in Program Geliştirme Modeli	56
Şekil 20. Araştırma Süreci Akış Şeması	74
Şekil 21. Örnek Problem ve Çözümü	185

KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

MEB	: Millî Eğitim Bakanlığı
ÖÇ	: Öğrenme Çıktıları
ÖP	: Öğretim Programı
ÖYGM	: Öğretmen Yetiştirme ve Geliştirme Genel Müdürlüğü
STEM	: Science (bilim), Technology (teknoloji), Engineering (mühendislik) ve Mathematics(matematik)
TGA	: Tasarım ve Geliştirme Araştırması
YÖK	: Yükseköğretim Kurulu

BİRİNCİ BÖLÜM

Giriş

Matematik, sadece sayılar ve formüllerden ibaret bir ders değil, yaşamın dokusunu saran ve anlam kazandıran bir bilimdir. Hayatımızda matematiğin bazen doğrudan yansımalarını görür, bazen ise onu kullanarak problemlere çözümler bulur ve dünyayı anlamaya çalışırız. Bu nedenle matematik eğitimi, öğrencilere gerçek yaşam problemlerine çözüm üretme becerisi kazandırmalıdır. Günlük hayattaki olayları matematiksel bir bakış açısıyla incelemek ve bunları eğitim sürecine dahil etmek bu açıdan kritik öneme sahiptir. Örneğin; alışverişte indirim hesaplamaları, tarif oranlarını ayarlama, yolculuk planlaması veya bütçe yönetim gibi somut uygulamalar, matematiğin yaşamla bağını güçlendirir (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2024). Bu bağlamda özellikle matematiksel modelleme, gerçek yaşam problemlerini matematiksel araçlarla anlamlandırma ve çözüm geliştirme süreci olarak öne çıkmaktadır (Bukova Güzel vd., 2018). Stacey (2011) de bu süreçlerin matematik eğitimindeki önemini vurgulamaktadır. Modelleme, öğrencilerin soyut kavramları somutlaştırmasına ve matematiği bir problem çözme aracı olarak içselleştirmesine olanak tanır. Dolayısıyla matematik öğretiminde modelleme yaklaşımının etkin kullanımı, öğrenme sürecini hem anlamlı hem de kalıcı hale getirebilir.

Yapılan araştırmalar incelendiğinde matematik öğretiminde son 20-25 yıl içinde matematiksel modelleme ile eğitimin büyük ölçüde önem kazandığı görülmektedir. Buna bağlı olarak son yıllarda dünya genelinde, matematiksel modelleme konusuna olan ilgi ve alaka hızla artmaktadır. Bu artan ilgi, okul öncesinden başlayıp ilerleyen kademe öğretim programlarına da yansımakta ve modelleme yeterlikleri ayrıntılı bir şekilde ele alınmaya başlanmıştır. Matematiksel modellemenin öğrencilerin matematiğe karşı ilgisini ve motivasyonunu artırması, soyut matematiksel kavramları somutlaştırmaya yardımcı olması, gerçek dünya problemlerine çözüm üretme becerilerini geliştirmesi ve 21. yüzyıl becerilerini kazandırmada önemli rol oynaması bu ilginin sebeplerinden bazılarıdır. Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi (NCTM) matematik eğitimi standartlar ve prensiplerini içeren ve matematik öğretimine yön veren bildirgesinde matematiksel modellemenin erken çocukluk döneminden üniversiteye kadar tüm eğitim kademelerinde matematiksel öğrenmeyi anlamlandırmak için güçlü bir araç olduğunu bu sayede öğrencilerin, matematiksel düşünme becerilerini, problem çözme becerilerini ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirip

pekiştirebileceklerini vurgulamaktadır (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000).

Ülkemizde uygulanmış önceki öğretim programlarında bireylerin matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi gerekliliği vurgulanmış, modelleme becerilerinin öğrenme ortamına entegrasi istenmiştir (MEB, 2013; MEB, 2018.) 2024 yılında uygulanmaya başlayan Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Öğretim Programı'nda ise matematiksel modelleme becerisi matematik alan becerileri içerisinde matematiksel problem çözme becerisi altında kazandırılacak beceriler arasında sayılmıştır (MEB, 2024). Millî Eğitim Bakanlığı Öğretmen Yetiştirme ve Geliştirme Genel Müdürlüğü tarafından (MEB ÖYGGM) 2017 yılında yayınlanan matematik öğretmenlerinin sahip olması gereken özel alan yeterliklerinde matematik becerilerini geliştirme yeterlik alanında yer alan “Öğrenciler kendi düşüncelerini açıklarken matemaitsel modeller, kurallar ve ilişkiler kullanmalarını sağlar.” ile “ Matematğin kendi içinde, diğer disiplinlerle ve günlük yaşamla bağlantılarını bilmenin matematik öğrenmeye katkı sağlayacağını önemini bilir ve uygulamalarına yansıtır.” yeterliklerinin matematiksel modelleme ile ilişkili yeterlikler olduğu görülmektedir. Buradan hareketle matematiksel modelleme yeterliklerine sahip öğretmenlerin, öğrencilerin modelleme becerilerinin geliştirilmesi için bu becerilere yönelik etkinlikleri derslerde kullanmaları çok önemlidir.

Öğretmenlerin nitelikli yetişmesinin, lisans eğitimi sürecinde aldıkları eğitimin kalitesiyle doğrudan ilişkilidir ve bu gerçek yadsınamaz. Bu eğitimin temelini ise eğitim programları oluşturmaktadır (Çoban, 2010). Matematiksel modelleme dersi 2018 yılında güncellenen yeni lisans programıyla bazı fakültelerde zorunlu ders, bazı fakültelerde ise seçmeli ders olarak sunulmaktadır. Ancak mevcut matematiksel modelleme ders içerikleri incelendiğinde uzmanlar tarafından kullanılan ortak bir programın mevcut olmadığı, verilen matematiksel modelleme ders içeriklerinin yeterli olmadığı ve matematiksel modelleme becerisini kazandıracak olan öğretmenlerin gerekli bilgi, beceri tutum ve inanca sahip olmadan mezun oldukları görülmektedir (Çavuşoğlu, 2016; İncikabı & Biber, 2020; Toy, 2019; Zeytun, 2013). Bu kapsamda matematiksel modellemeden ders esnasında etkin bir şekilde yararlanabilecek öğretmenlere öğretmen yetiştiren kurumlarda modelleme yeterliklerinin yeteri düzeyde kazandırılması gereklidir (Ferri & Blum, 2013).

Araştırmanın Amacı

Çalışmanın temel amacı, matematik öğretmenliği lisans programında yer alan matematiksel modelleme dersi için ortak bir yapı ve içerik çerçevesinde özgün bir öğretim programı tasarısı geliştirmek ve bu tasarının etkililiğini çeşitli paydaş görüşleri doğrultusunda

değerlendirmektir. Bu amaç doğrultusunda tez kapsamında ulaşılması planlanan hedefler aşağıda belirtilmiştir:

- Eğitim Fakülteleri'nde İlköğretim ve Ortaöğretim Matematik Öğretmenliği Lisans Programı'nda uygulanan matematiksel modelleme dersinin öğretim programının boyutlarının nasıl tanımlandığını belirlemek.
- Matematiksel modelleme dersi kapsamında; bu alanda ders veren, tez yürütmüş veya çalışma yapmış öğretim elemanları, bu dersi almış öğretmenler ve öğretmen adaylarının görüşlerini belirlemek.
- Lisans Programı'nda uygulanan matematiksel modelleme dersi öğretim programının, ortaokul ve lise matematik dersi öğretim programlarının gerekliliklerini ne ölçüde karşıladığını değerlendirmek.
- Matematiksel modelleme dersi için hazırlanan ve uzman görüşüne göre geliştirilen matematiksel modelleme dersi öğretim programı tasarısının yapısını ve boyutlarını ortaya koymak.
- Matematiksel modelleme dersi için belirlenen ünite ve konularla ilgili özgün eğitim programı tasarlamak ve bu programın etkililiğini değerlendirmek..
- Türkiye genelinde eğitim fakültelerinde ortak bir matematiksel modelleme dersi programı önerisi geliştirmek.

Bu kapsamda araştırma soruları aşağıdaki gibidir;

1. Eğitim Fakülteleri'nde İlköğretim ve Ortaöğretim Matematik Öğretmenliği Lisans Programı'nda uygulanan Matematiksel Modelleme dersinin öğretim programının boyutları nasıl tanımlanmıştır?
2. İlköğretim ve Ortaöğretim Matematik Öğretmenliği Lisans Programı'nda yer alan Matematiksel Modelleme dersinin öğretim programlarına yönelik olarak; öğretim elemanlarının, matematik öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının görüşleri nelerdir?
3. İlköğretim ve Ortaöğretim Matematik Öğretmenliği Lisans Programı'nda yeni uygulanan Matematiksel Modelleme dersi öğretim programının, matematik öğretmeni adaylarının ve programın gereklilikleri hakkındaki düşünceleri nelerdir?
4. Matematiksel Modelleme dersi için hazırlanan ve uzman görüşüne göre geliştirilen matematiksel modelleme dersi öğretim programı tasarısının yapısı, boyutları ve uygulanabilirliği nasıldır?

Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi

Alan yazınındaki çalışmalar incelendiğinde genel olarak matematiksel modelleme dersi alan öğrencilerin ve fiilen görev yapan matematik öğretmenlerinin görüşlerinin araştırıldığı, matematiksel modelleme sayesinde matematik öğretiminin daha etkili olacağı yönünde görüş birliğinin olduğu görülmektedir. Yine çalışmalar incelendiğinde Türkiye’de bulunan eğitim fakültelerinde matematiksel modelleme çalışmalarının olduğu ve bu çalışmaların lisans derslerinde ve lisans öğrencileriyle birlikte yürütüldüğü bilinmektedir. Bu çalışmaların yanı sıra Türkiye’de eğitim-öğretim programlarının oluşturulması ve yenilenmesine yönelik pek çok araştırma ve uygulama gerçekleştirilmektedir. Yapılan incelemeler, matematik dersi öğretim programlarının ilkökul, ortaokul ve lise kademelerinde sürekli olarak revize edildiğini göstermektedir. Ancak, yükseköğretim düzeyinde belirli bir dersi temel alan program geliştirme çalışmalarının eksikliği dikkat çekmektedir. Matematiksel modellemenin lisans müfredatına seçmeli ve zorunlu ders olarak dahil edilmesiyle birlikte, içeriği ve uygulama şekillerinin yarattığı etkiler nedeniyle, bu dersin ortak bir program veya plan çerçevesinde yürütülmesi zorunluluk arz etmektedir. Bu nedenle, bu çalışmada lisans düzeyindeki matematiksel modelleme dersleri için ortak ve kapsamlı bir öğretim programı ihtiyacını karşılamaktır.

Bu çalışma ile alan yazınına matematiksel modelleme çalışmalarının ve lisans düzeyindeki derslerde öğretim programı tasarısı hazırlama çalışmalarının daha yaygınlaşması ve bu programların kullanılmasının artırılması noktasında bir yenilik getirilmesi hedeflenmektedir. Geliştirilen bu program tasarısı, lisans düzeyindeki bir ders için tüm aşamalarında uygulanan bilimsel yöntemlerin şeffaf bir şekilde açıklanması nedeniyle yüksek bir bilimsel nitelik taşımaktadır. Bu yönüyle, mevcut alan yazınındaki çalışmalardan ayrılarak lisans seviyesindeki bir ders için kapsamlı bir program geliştirme sürecini ele alması açısından özgün bir farklılık arz etmektedir. Dahası, matematik öğretmenliği eğitimi için özel olarak geliştirilen bu matematiksel modelleme dersi öğretim programı tasarısı, ulusal kaynaklı ve rekabet gücü yüksek özgün bir materyal niteliği taşımaktadır.

Araştırmanın Sınırı ve Kapsamı

Yapılan araştırmanın yöntemsel sınırlılıkları şöyle sıralanabilir:

1. Uygulama sürecinin 2023-2024 eğitim öğretim yılı Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi İlköğretim ve Ortaöğretim Matematik Öğretmenliği Lisans Programı 3. ve 4. sınıf öğrencileriyle yürütülmesi,
2. Uygulama sürecinin bahar yarıyılında 14 hafta sürmesi,

3. Uygulama esnasında kullanılan ölçme değerlendirme araçları,
4. Süreç boyunca veri toplama esnasında kullanılan veri toplama araçları,
5. İncelenen üniversite web sayfalarındaki ders bilgi paketleri 2023-2024 eğitim öğretim yılı ile sınırlandırılmıştır.

Varsayımlar

Araştırmanın varsayımları şunlardır:

1. Çalışmada, üniversitelerin resmî web sitelerinde yayımlanan matematiksel modelleme ders bilgi paketlerinin, söz konusu derslerdeki içerik ve uygulamaları eksiksiz yansıttığı önkabulüyle hareket edilmiştir.
2. Görüşme yapılan öğretmen adaylarının, öğretmenlerin ve öğretim üyelerinin görüşmelerde yer alan soruları içten ve açık yüreklilikle yanıtladıkları varsayılmıştır.
3. Uygulama süreci boyunca öğretmen adaylarının ders esnasında yapılan etkinliklerde ve kullanılan ölçme değerlendirme araçlarına cevap verirken gerçek duygu düşüncelerini ve maksimum performanslarını kullandıkları varsayılmıştır.

Terim ve Tanımlar

Matematiksel Modelleme: Gerçek dünya problemlerini matematiksel denklemler, formüller veya yapılar kullanarak temsil etme ve analiz etme sürecidir. Temel amaç, karmaşık sistemleri anlamak, tahminler yapmak veya çözümler üretmektir (Lesh & Doerr, 2003).

Tasarım ve Geliştirme Araştırması: Yeni bir ürün, sistem, süreç veya model oluşturmayı ve bunların etkililiğini test etmeyi amaçlayan uygulamalı bir araştırma türüdür (Richey & Klein, 2014).

İKİNCİ BÖLÜM

Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar

Bu bölümde araştırmanın kuramsal çerçevesi gereği model, modelleme, matematiksel model, matematiksel modelleme ve modelleme süreci ile program geliştirme süreci hakkında bilgiler sunulmuştur.

Matematiksel Modelleme

Matematiksel Modelleme ve Modelleme Süreci

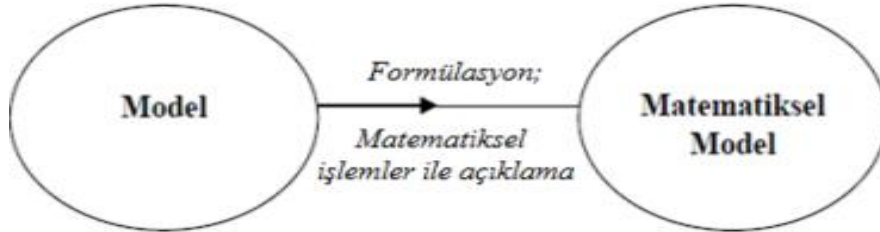
Matematiksel modelleme kavramına geçmeden önce model, modelleme, matematiksel model gibi kavramların açıklanması ve bu kavramlar arasındaki farklılığın ve ilişkinin tanımlanabilmesi oldukça önemlidir. Model, gerçek dünyadaki sistemleri veya olguları soyut kavramsal sistemler aracılığıyla temsil eden ve anlatan diğer sistemleri inşa etmek, tanımlamak veya bunların davranışlarını açıklamak için kullanılan kavramsal sistemlerdir (Lesh & Doerr, 2003). Çiltaş (2011), “Model; matematiksel semboller, kavramlar ve ilişkiler kullanılarak günlük durumları ortaya koyma işidir. Yani gerçek objeleri veya gerçek durumları matematiksel objelere veya sembolere dönüştüren modellerdir” şeklinde tanımlamıştır. Model, nesne veya olguların karmaşık oluşum süreçlerini anlamamıza yarayan, bu süreçlerin ve nesnelerin basitleştirilmiş gösterimidir (Harrison, 2001). Yani modeller bize gerçek yaşam durumlarının basit hallerini göstererek bu gerçek yaşam durumlarının anlaşılır olmasına yardımcı olurlar (Lingefjard, 2000). Model kavramı; modelleme sürecinde ortaya koyulan araçlar, ürünler veya materyaller olarak da açıklanabilir (Bukova-Güzel, 2019). Modelleme ise karmaşık ve soyut yapıların zihinde anlaşılabilmesi için somut yapılara dönüştürülmesi işlemidir. Yani modelleme süreç iken model ise bu sürecin sonucunda elde edilen üründür (Saka, 2016).

Modeller kullanıldığı ve temsil ettiği duruma göre sınıflandırılrsa da özel olarak matematiksel modeller, somut modellerle sınırlı olmayıp grafik, tablo, eşitsizlik, şekil gibi matematiksel yapıların kullanıldığı bir çözüm yolu olarak ifade edilmekte, modelleme etkinliklerinde çözüme ulaşmak için kullanılan yapılar ve araçlarında zihinsel bir model olduğu belirtilmektedir. (Lesh & Doerr, 2003). Matematiksel model karşılaşılan problem durumlarını, matematiksel olarak yorumlayabilmeleri için gerekli zihinsel işlemleri verilen isimdir (Keskin, 2008). Berry ve Houston (1995) matematiksel modeli verilen bir durum veya

problemle ilgili iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkinin matematiksel bir sunumudur şeklinde açıklamaktadır.

Çiltaş, (2011) model ile matematiksel model arasındaki ilişkiyi aşağıdaki gibi görselleştirmiştir.

Şekil 1. *Matematiksel Model (Çiltaş, 2011)*



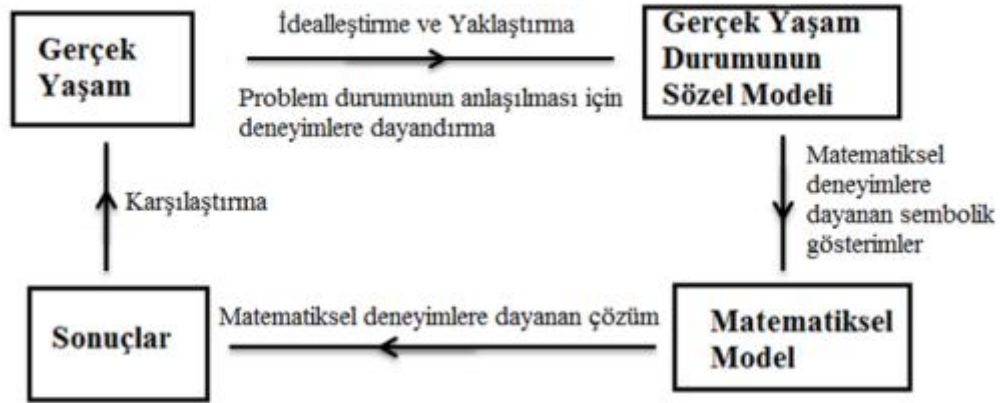
Kertil'in (2008) matematiksel modelleme tanımı ise, gerçek dünya problemlerini matematiksel bir dille anlama ve çözme sürecinde zihinde oluşturulan denklem, grafik, fonksiyon ve matematiksel düşünme becerileri gibi yapıların tamamıdır. Matematiksel modelleme en genel tanımıyla gerçek hayat problemlerinin matematiksel yöntemler kullanarak çözülmesi sürecidir. Yani başka bir deyişle gerçek hayat durumlarının matematiğinin içine alınıp matematiksel semboller kullanılarak çözülmesi ve sonra bu çözümün gerçek hayat durumuna aktarılması sürecidir (Gravemeijer, 2002). Niss (1988) matematiksel modellemeyi gerçek hayat durumlarının bir bölümünü temsil etmek amacıyla kullandığımız matematiksel ilişkiler ve bu ilişkilerin birleşimi olarak tanımlamaktadır. Fox'a (2006) göre matematiksel modelleme, gerçek dünya sorunlarını analiz etmek, anlamak ve diğer durumlara uygulanabilir genel bir forma dönüştürmek için matematiği kullanılmasıdır.

Matematiksel modelleme, gerçek dünyadaki bir durumu matematiksel bir model kullanarak basitleştirilmiş bir matematiksel probleme dönüştürme sürecidir. Bu, matematiksel problemin çözümünün daha sonra içgörü ve potansiyel çözümler elde etmek için gerçek dünya bağlamında yeniden yorumlandığı döngüsel bir süreçtir (Voskoglou, 2006). Modelleme sürecinde gerçek hayat durumlarını etkili bir şekilde matematikselleştirmek için, öğrencilerin sadece işlemsel ve aritmetik bilginin ötesinde matematiksel becerilerde güçlü bir temele ihtiyaçları vardır. Uzamsal düşünme, yorumlama ve tahmin etme gibi beceriler başarı için çok önemlidir (Lehrer & Schauble, 2003).

Pollak (1979), modelleme süreci ile ilgili ilk çalışma yapanlardan biridir. "Modelleme Devri" ismini verdiği çalışmasında gerçek hayat durumundan yola çıkılarak matematik dünyasına gidilir, işlemler yapılır ve gerçek dünyaya dönülür, eğer sonuçlar sağlanmıyorsa bu süreç doğru sonuca ulaşana kadar bu şekilde devam eder.

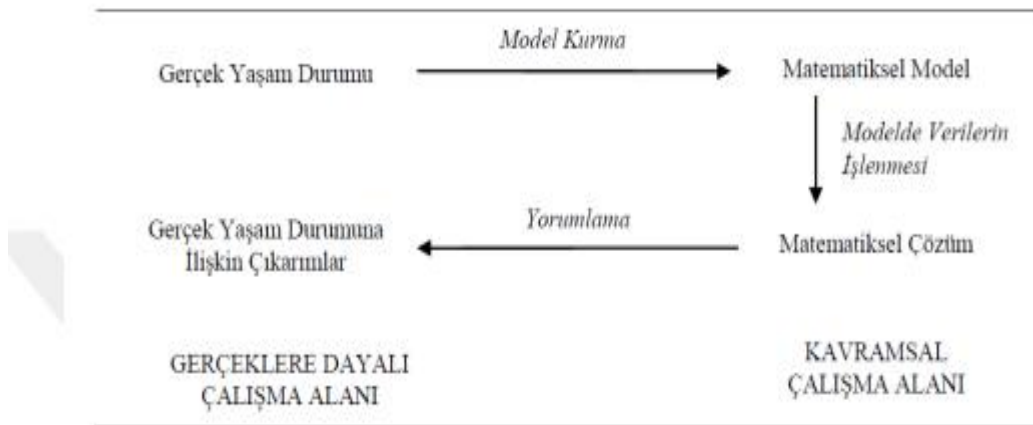
Kapur (1989) ise modelleme sürecini Pollak’a (1979) benzer şekilde açıklamıştır. Modelleme sürecini aşağıdaki gibi görselleştirmiştir.

Şekil 2. Matematiksel Modelleme Süreci (Kapur, 1989’dan aktaran Çavuş Erdem, 2018)



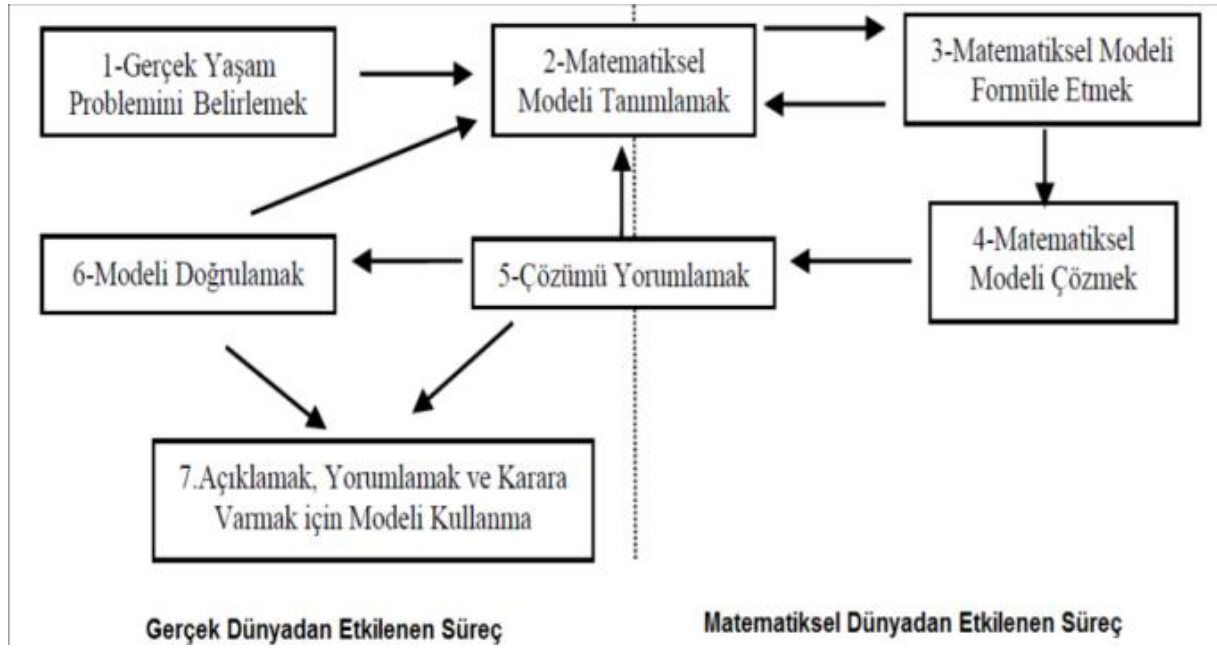
Müller ve Witmann (1984) çalışmalarında, matematiksel modelleme sürecinin üç basamaktan oluştuğunu belirtmişlerdir. Sürecin döngüsellğine vurgu yapması kendinden önceki çalışmalarla ilişkilendirilse de süreci basamak ve bileşen yardımıyla sunması sonraki çalışmalar için öncü olmuştur.

Şekil 3. Modelleme Sürecinin Yapısı (Müller ve Witmann, Akt., Hıdıroğlu & Bukova-Güzel, 2013)



Mason (1988) ise matematiksel modelleme sürecini iki farklı sürece ayırmıştır. Bunlar gerçek dünyadan etkilenen ve matematiksel dünyadan etkilenen süreçlerdir. Bu süreçler ve ilgili basamaklarını ise aşağıdaki gibi görselleştirmiştir.

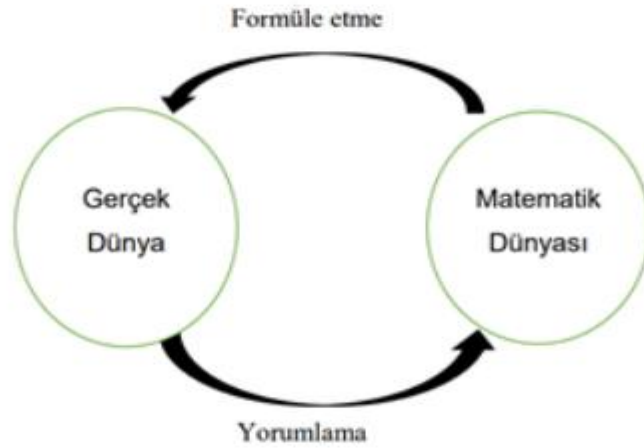
Şekil 4. Matematiksel Modellemedeki Basamaklar (Mason, Akt., Aydın-Güç, 2015)



Mason (1988), ilk basamaktan başlanıp son basamağa doğru gidişte genel olarak tanımlanan basamaklara uygun ilerlediğini, ancak özellikle gerçek sonuçlara ulaşmak için kullanılan yapıların daha karmaşık olduğuna dikkat çekmektedir. Mason (1988), geliştirilen bir modelin gerçeği tam olarak yansıttığını düşünmenin yanıltıcı olabileceğine dikkat çekmektedir. Modele dayanarak ulaşılan sonuçların, gerçek hayatla uyuşmayabileceği veya pratikte uygulanamayabileceği görülebilir. Böyle bir durumda, izlenen adımların ve tüm modelleme sürecinin yeniden değerlendirilmesi gerektiğini belirtir. Ayrıca, gerektiğinde uygun aşamaya geri dönülerek sürecin tekrar gözden geçirilmesinin önemini vurgular.

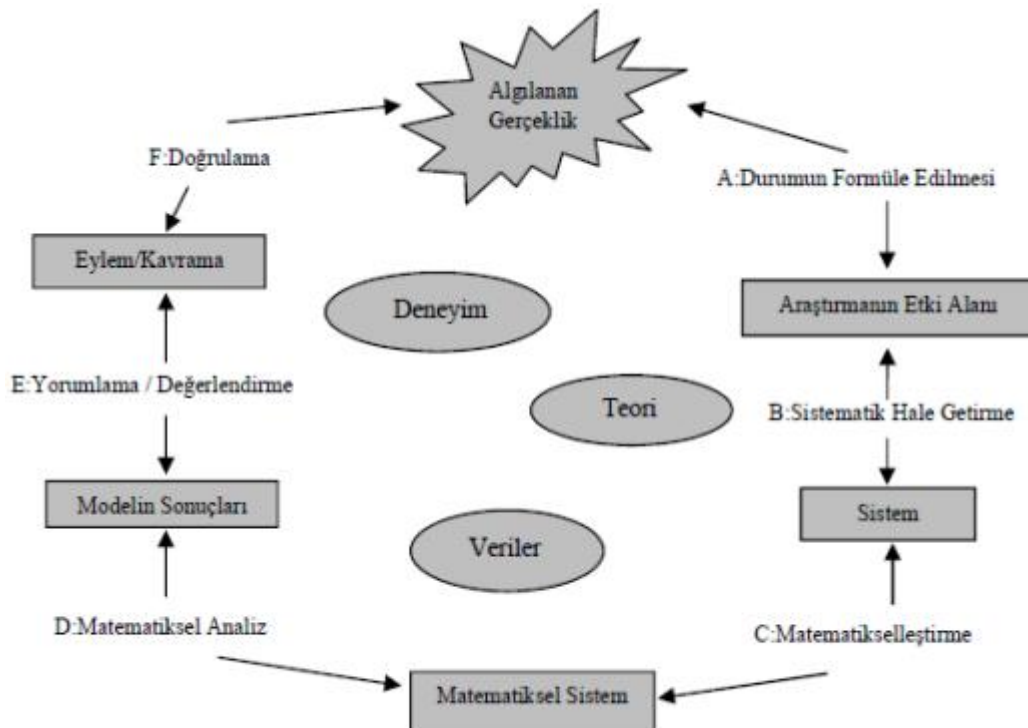
Matematiksel modelleme çalışan daha sonraki araştırmacılar basamak sisteminin karmaşık ve anlaşılmaz olabileceğini düşünerek süreci daha basit hale indirmeye çalışmışlardır. Bery ve Houston'a (1995) göre modelleme yeterliğini geliştirmek için, gerçek hayat durumunu içeren modelleme problemleri çözmek ve elde edilen bu modelleri doğru formülize etmek gerekmektedir. Problemlerde modeli doğru formülize etmek için değişkenleri doğru belirlemek ve değişkenler arası ilişkiyi doğru kurabilmek gerekmektedir. Bu döngüyü aşağıdaki gibi şematize etmişlerdir.

Şekil 5. Matematiksel Modelleme Süreci (Berry ve Houston, Akt., Karakaş, 2020)



Blomhøj ve Jensen (2003), matematiksel modelleme sürecini altı aşamalı bir döngü olarak tanımlamıştır. Araştırmacılar, bu modelleme sürecinin iki temel işlevi olduğunu belirtmektedir: Bir yandan matematiksel modellerle çalışan bireylerin sergiledikleri davranışları tanımlamaya ve analiz etmeye olanak sağlarken, diğer yandan bireylerin modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesi için bir çerçeve sunmaktadır.

Şekil 6. *Modelleme Süreci (Blomhøj & Jensen, Akt., Saka, 2016)*

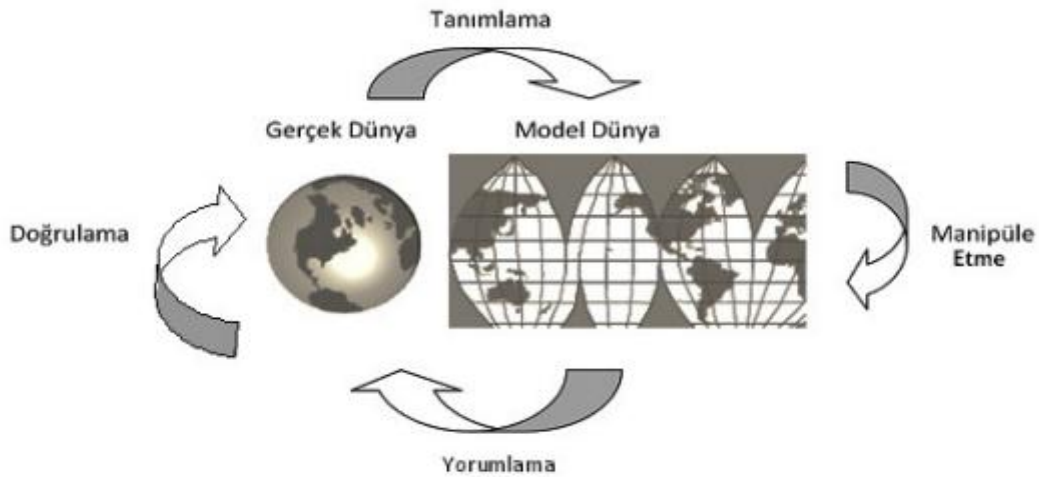


Blomhøj ve Jensen'in (2003) altı aşamalı modeli, matematiksel modellemeyi öğretmek ve öğrenmek için değerli bir çerçeve sunar. Problem anlayışını, yapılandırılmış problem çözmeyi ve eleştirel değerlendirmenin önemini vurgular. Bu modeli takip ederek öğrenciler

matematiksel becerilerini, problem çözme becerilerini ve eleştirel düşünme becerilerini gerçek dünya problemleri bağlamında geliştirebilirler.

Matematiksel modellemede gerçek hayat durumlarından uyarlanan problemlerle ilgilenen öğrenciler modelleme süreci boyunca farklı yollardan gidip, farklı stratejiler kullanarak farklı çözümler bulabilirler. Buna bağlı olarak, Lesh ve Doerr'a (2003) göre, modelleme sürecinde öğrenciler bir döngüden geçer. Belli basamakları olan bu döngüye Modelleme Döngüsü adı verilmiştir. Lesh ve Doerr bu döngüyü aşağıdaki gibi göstermişlerdir.

Şekil 7. Modelleme Döngüsü (Lesh ve Doerr, 2003'den aktaran Biber & Özdemir, 2015)

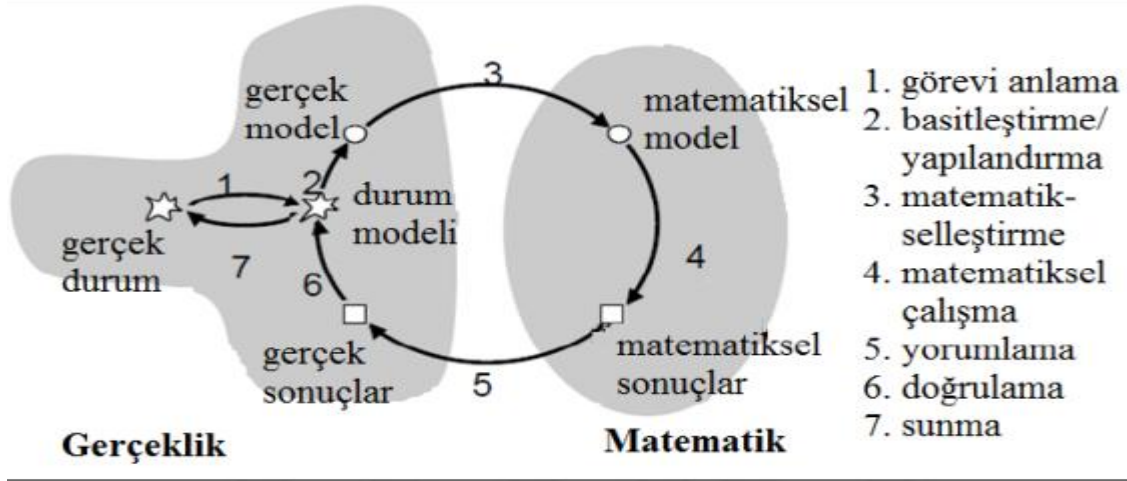


Modelleme döngüsü dört aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşama tanımlama aşamasıdır. Bu aşama, gerçek dünya probleminin anlaşılmasını ve matematiksel bir bağlama dönüştürülmesini içerir. Bu, varsayımların basitleştirilmesini, temel değişkenlerin tanımlanmasını ve uygun matematiksel araçların (denklemler, fonksiyonlar vb.) seçilmesini içerebilir. İkinci aşama manipülasyon aşamasıdır. Burada öğrenciler hesaplamalar yapmak, ilişkileri keşfetmek ve gerçek dünya durumu hakkında tahminlerde bulunmak için seçilen modeli kullanırlar. Bu aşama genellikle denklemlerin çözülmesini, grafiklerin analiz edilmesini veya modelin davranışının simüle edilmesini içerir. Sonraki aşama yorumlama aşamasıdır. Modelden elde edilen sonuçlar gerçek dünya bağlamına geri çevrilir. Öğrencilerin tahminlerin mantıklı olup olmadığını ve başlangıçtaki problemle uyumlu olup olmadığını düşünmeleri gerekir. Son aşama ise doğrulama aşamasıdır. Bu son aşama modelin geçerliliğinin kontrol edilmesini içerir. Gerçek dünyadaki durumu doğru bir şekilde temsil ediyor mu? Tahminler makul mü? Değilse, modelin gözden geçirilmesi veya farklı bir yaklaşımın değerlendirilmesi gerekebilir. Matematiksel modelleme döngüsünün sadece bir dizi adımdan ibaret olmadığı, dinamik bir öğrenme süreci olduğunu vurgulamak gerekir. Bu esneklik, öğrencilerin değerli eleştirel düşünme becerileri geliştirmelerine ve gerçek dünya

problemlerini çözmeye matematiğin gücüne daha derin bir takdir duymalarına olanak tanır (Biber & Özdemir, 2015).

Modelleme döngüsüne Blum ve Leiß (2007) doğrulama basamağından sonra sunma basamağını eklemiş ve aşağıdaki gibi bir sistematik oluşturmuşlardır.

Şekil 8. Matematiksel Modelleme Döngüsü (Blum ve Leiß, 2007)



Blum ve Leiß (2007) durum modeli olarak adlandırdıkları modelleme döngüsünde ilk iki basamağa dikkat çekerek, öğrencilerin bağlamla ilgili deneyimlerinin önemini vurgulamışlardır. Öğrencilerin bağlamla ilgili tasvirlerinin önemli olduğu ve modelleme döngüsünde sonraki basamaklardaki etkinliğin ilk iki basamağa bağlı olduğu yani öğrencilerin hem önceki matematik yaşantılarının hem deneyimlerinin modelleme döngüsünde en çok dikkat edilmesi gereken kısım olduğunun önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Matematiksel modelleme sürecini açıklayan çalışmalar incelendiğinde farklı çalışmalarda farklılaşan kısımlar olmasına rağmen nihayetinde araştırmacıların ortak görüşü modelleme sürecinin döngüsel bir süreç olduğu yönündedir (Zbiek & Conner, 2006). Matematiksel modelleme en genel tanımıyla gerçek dünya ile matematiksel dünya arasındaki ilişkiyi ve bu ilişki sayesinde gelecek dünya problemlerine çözüm arayışının kolaylaştığını açıklayan bir süreç olarak ifade edilebilir. Yapılan tanımlarla gerçek yaşam ile matematik arasındaki ilişkinin nasıl farklılaştığı ve matematiksel modelleme döngüsünün nasıl ortaya geçerek geliştiği gösterilmeye çalışılmıştır.

Matematiksel Modelleme Yeterlikleri

Öğrencilerin matematiksel modellemeyi kullanabilmeleri için modelleme yeterliklerinin olması ve bu yeterlikleri kullanmaları gerekmektedir (Tekin-Dede, 2015). Matematiksel yeterlik, bir kişinin matematiksel bağlamlarda ve durumlarda ilgili matematiksel zorlukların bazılarında eyleme geçmek, matematiği anlama ve kullanma için

bilinçli ve hazırlıklı olması anlamına gelir (Jensen, 2007; Niss, 2004). Matematiksel modelleme yeterliği, gerçek dünya problemleri ile matematiksel dünya arasında çeviri yapma, çözümlerin ilgili olmasını sağlama ile ilgili soruları, ilişkileri, değişkenleri veya yapılan tahminleri tanımlama ve doğrulama yeteneğinin yanı sıra seçilen modeli eleştirel bir şekilde değerlendirme, modeli karşılaştırma ve analiz etme yeteneğidir (Niss vd., 2007).

Henning ve Keune (2004) modelleme yeterliklerini üç seviyede tanımlamışlardır:

Seviye 1 - Modellemeyi tanıma ve anlama: Modelleme sürecini tanıma ve tanımlama ve modelleme sürecinin aşamalarını karakterize etme, ayırt etme ve yerelleştirme becerileri ile karakterize edilir.

Seviye 2 - Bağımsız modelleme: Problemleri analiz etme ve yapılandırma, nicelikleri soyutlama, farklı bakış açılarını benimseme, matematiksel modeller kurma, modeller üzerinde çalışma, modellerin sonuçlarını ve ifadelerini yorumlama ve modelleri ve tüm süreci doğrulama becerileri ile karakterize edilir. Bu ikinci seviyeye ulaşan öğrenciler bir problemi bağımsız olarak çözebilirler. Problemin bağlamı veya kapsamı değiştiğinde, öğrenciler karşılaştıkları yeni koşullara uyum sağlamak için modellerini uyarlayabilmeli veya yeni çözüm prosedürleri geliştirebilmelidir.

Seviye 3 - Modelleme üzerine meta-düşünme: Modellemeyi eleştirel olarak analiz etme, model değerlendirme kriterlerini formüle etme, modellemenin amaçları üzerine düşünme ve matematiğin uygulanması üzerine düşünme becerileri ile karakterize edilir. Bu üçüncü yetkinlik seviyesinde, genel modelleme kavramı iyi anlaşılmıştır. Ayrıca, önemli ilişkileri eleştirel olarak değerlendirme ve tanıma becerisi geliştirilmiştir. Aynı zamanda model değerlendirme kriterlerinin incelendiği anlamına gelmektedir (Henning & Keune, 2002).

Modelleme yeterlikleri Maaß (2006) tarafından modelleme süreci ile ilişkilendirilerek aşağıdaki gibi açıklanmıştır;

Gerçek problemi anlama ve gerçekliğe dayalı bir model kurma yeterliği

1. Problem için varsayımlarda bulunma ve durumu sadeleştirme
2. Durumu etkileyen nicelikleri ayırt etme, isimlendirme ve ilgili değişkenleri belirleme

3. Değişkenler arasında ilişkiler oluşturma

4. Problemi çözmek için uygun bilgiyi bulma ve ilgili olan olmayan bilgileri ayırt etme

Gerçek modelden matematiksel model oluşturma yeterliği

1. İlgili nicelikleri ve bunlar arasındaki ilişkileri matematikleştirme
2. Gerektiğinde ilgili nicelikleri ve bunlar arasındaki ilişkileri sadeleştirme ve bunların sayısı ile karmaşıklığını azaltma
3. Uygun matematiksel gösterimleri seçme ve durumları grafiksel olarak sunma

Oluşturulan matematiksel modeli çözme yeterliği

1. Problemi daha küçük parçalara ayırma, benzer problemlerle ilişki kurma, problemi başka şekilde ifade etme ve inceleme, nicelikleri veya uygun verileri çeşitlendirme gibi buluşsal stratejileri kullanma
2. Problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma

Gerçek bir durumda matematiksel sonuçları yorumlama yeterliği

1. Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama
2. Özel bir durum için geliştirilmiş olan çözümleri genelleme
3. Uygun bir matematiksel dil kullanarak ve/veya çözümler hakkında iletişim kurarak bir probleme çözümler sunma

Çözümü doğrulama yeterliği

1. Bulunan çözümleri eleştirel olarak kontrol etme ve çözümler üzerine yansımalarla bulunma
2. Çözümler durumu sağlamıyorsa, modelin bazı kısımlarını gözden geçirme ya da modelleme sürecinden tekrar geçme
3. Problemi çözmek için diğer yolları düşünme
4. Genel olarak modeli sorgulama.

Matematiksel Modelleme Perspektifleri

Kavramlara yüklenen anlamlara göre matematiksel modellemenin farklı perspektifleri için kapsamlı sınıflamalar yapılmıştır (Kaiser & Sriraman, 2006). Aşağıdaki Tablo 1’de modelleme ile ilgili farklı perspektifler yer almaktadır.

Tablo 1. *Matematiksel Modelleme Perspektifleri (Bukova-Güzel vd., 2021)*

Perspektifler	Araştırma odağı	Araştırma sorusu veya amacı	Önemli araştırmacılar
Gerçekçi Modelleme Perspektifi	Matematiksel modelleme yeterlikleri	Belirli bir gerçek problemi modellemek için hangi koşullara ve desteğe ihtiyaç vardır?	Pollak, Hainess, Crouch, Kaiser, Schwraz, Burkhardt
Eğitimsel Modelleme Perspektifi	Matematiksel modellemedeki matematik ve müfredattaki	a) Öğrencilerin matematiksel kavramlarına nasıl meydan okunmalı ve matematiksel öğrenmeleri nasıl desteklemeli?	Niss, Blum, Zbiek, Conner, Leiß, Blomhøj ve Kjeldsen, Galbraith, Stillman, Lingefjord,

matematiksel modelleme	b) İyi bir modelleme görevi nasıldır? Modellemenin farklı aşamalarında hangi özel öğrenme zorlukları tespit edilebilir?	Maaß,
------------------------	---	-------

Tablo 1 (Devamı)

Model ve Modelleme Perspektifi	Matematik öğretimi için modelleme etkinliklerinin kullanımı	Modelleme etkinliklerini öğrenciler için anlamlı kılmak amacıyla bağlamlar nasıl tasarlanmalıdır?	Lesh, Doerr, Chamberlin, Iversen, Larson, Pierce, Stacey, Sriraman
Epistemolojik Modelleme Perspektifi	Belirli matematiksel kavramların öğrenilmesi ve öğretilmesi	Öğrenme için işlevsellik kavramını yeniden yapılan- dırmak amacıyla modelleme nasıl kullanılabilir?	Freudenthal, Traffers, Chevallard, Garcia, Gravemeijer, Treffers
Sosyo-Eleştirel Modelleme Perspektifi	Toplunun eleştirel olarak anlaşılmasını sağlamak amacıyla matematiğin kullanılması	Matematiksel modellemenin biçimlendirme gücü nasıl ortaya çıkarılır? Öğrenciler arasında yansıtıcı söylemler nasıl oluşturulur?	D'Ambrosio, Barbosa, Skovsmose
Bilişsel ve Üst Bilişsel Modelleme Perspektifi	Matematiksel modelleme sürecinde gerçekleşen bilişsel süreçlerin analizi	Modelleme yeterliğinde hangi bilişsel yapılar yer alır? Modelleme döngüsündeki alt süreçler hangi bilişsel beceriler ile ilişkilidir?	Piaget, Skemp, Blum, Leif, Borromeo-Ferri

Gerçekçi/uygulamalı modelleme perspektifi (Blomhøj, 2009), altı farklı modelleme yaklaşımından birini temsil eder ve bu görüşe göre, matematiksel bilginin teorik gelişiminden çok, gerçek hayattaki problemlerin çözümü önceliklidir. Bu perspektifin temel amacı, bireylerin günlük yaşamda karşılaştıkları durumları matematiksel bir bakış açısıyla analiz edebilmeleri ve elde ettikleri sonuçları gerçek dünya bağlamında yorumlayabilme becerisi kazanmalarınıdır. Dolayısıyla, bu yaklaşımda matematiksel modelleme bir araç olmanın ötesinde, doğrudan bir hedef olarak kabul edilmektedir (Kaiser & Sriraman, 2006). Eğitimsel modelleme perspektifinde matematiksel modelleme bilimsel, matematiksel ve pragmatik amaçlara hizmet etmesini ve birbirleriyle uyumlu bir ilişki içerisinde olmasını önerir (Kaiser & Sriraman, 2006). Bu perspektife göre matematik ile gerçek dünya arasındaki karşılıklı ilişkiler matematik öğretmen ve öğrenmenin merkezindedir. Eğitimsel modellemede *amaç olarak modelleme* ve *araç olarak modelleme* birlikte vurgulanmaktadır (Julie & Mudaly, 2007).

Model ve modelleme yaklaşımının temelinde problem çözme üzerine yapılan teorik tartışmalar yer almaktadır. Geleneksel problem çözme yöntemlerini eleştiren bu perspektif, matematiksel kavramların anlamlı bir şekilde öğrenilmesi için yapay durumlar yerine gerçek

hayattan otantik problemlerin kullanılması gerektiğini savunmaktadır (Kaiser vd., 2007). Bu yaklaşımın merkezinde model geliştirme süreci ve bu modellerin matematik eğitiminde etkin bir şekilde kullanımı bulunmaktadır. Bu nedenle, öğrenme sürecine ve matematiksel kavrayışın derinleşmesine özel bir önem atfedilir. Ayrıca, bu perspektif modelleme süreçlerini ve bu süreçte gerçekleşen öğrenmeleri öğrenme teorileriyle güçlü bir şekilde ilişkilendirmektedir (Abbasian vd., 2020). Epistemolojik modelleme perspektifi ise daha köklü bir dönüşümü hedeflemekte olup, okul matematiğinin matematiksel modelleme temelinde yeniden yapılandırılmasını ve matematiğin temel kavramlarının bu bakış açısıyla yeniden ele alınmasını amaçlamaktadır (Kaiser vd., 2007).

Bu perspektife göre öğrenciler etkinlikte çalışarak görevi deneyimler, ardından görevin özel bağlamının modelleri geliştirilir. Bu aşamada gerçek hayattan semboller dünyasına geçiş yapılarak yatay matematikselleştirme yapılır. Problem çözülür ve uygun kavram soyut olarak ifade edilir. Böylelikle gerçek yaşam durumlarından matematiksel teoriler ve kavramlar ortaya çıkarılırken modelleme süreci bir pusula olarak kullanılır (Murata & Kuttubadi, 2012).

Sosyo-eleştirel perspektifte matematiksel modelleme, öğrencilerin matematik yoluyla gerçek dünyada problem teşkil eden bir durumu araştırdıkları bir öğrenme ortamı olarak tanımlanır (Barbosa, 2006). Bu perspektif çalışmalarda dünyayı anlamlandırmak için matematiğin eleştirel olarak nasıl işe koşulabileceğine odaklanır (Ferri, 2013). Başka bir deyişle bu perspektifte çalışmalar öğrencilerin eleştirel modelleyiciler olma ve güçlerini fark etme yeteneklerine odaklanır (Abbasian vd., 2020). Bilişsel ve üst bilişsel modelleme perspektifinde modelleme sürecindeki bireylerin yol haritaları, karşılaştıkları engeller ve zorlukların belirlenmesi amaçlanır. Modelleme sürecine yönelik öğrencilerle klinik görüşmeler yapılarak gerek görülmesi halinde süreç yeniden yapılandırılır (Blomhoj, 2009). Bu şekilde modelleme sürecinde ortaya çıkan imge ve yapılarla modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi amacıyla yürütülecek daha etkili öğretme fırsatları sunacağı düşünülmektedir (Bukova-Güzel vd., 2019).

Matematiksel Modelleme Etkinlikleri

Matematiksel modelleme etkinlikleri, soyut matematiksel kavramların anlaşılmasını geliştirmek için güçlü bir araç olarak hizmet eder. Öğrencileri gerçek dünya bağlamlarına çekerek ve matematiksel modeller oluşturma sürecinde onlara rehberlik ederek, bu etkinlikler soyut kavramları hayata geçirir ve matematik ile çevremizdeki dünya arasında daha derin bağlantılar kurulmasını sağlar (Lesh & Lamon, 2013). Matematiksel modelleme etkinlikleri, soyut kavramlar ile gerçek dünya uygulamaları arasında köprü kurarak matematik öğrenimine

dinamik ve ilgi çekici bir yaklaşım sunar. Bu etkinlikler problem tanımı, model geliştirme, matematiksel çözüm, yorumlama ve doğrulama, iletişim ve yansıtma gibi çok aşamalı bir süreci kapsar. İlk adım, ele alınması gereken gerçek dünya probleminin net bir şekilde tanımlanmasını ve anlaşılmasını içerir. Bu, sorunun temel unsurlarının, kısıtlamalarının ve hedeflerinin belirlenmesini içerir. Sonra ki aşamada, gerçek dünya problemini temsil eden matematiksel bir model oluşturulur. Bu, ilgili değişkenlerin tanımlanmasını, bunlar arasındaki ilişkilerin kurulmasını ve uygun matematiksel araçların (denklemler, fonksiyonlar, vb.) seçilmesini içerir. Matematiksel model daha sonra problemi çözmek için kullanılır. Bu, denklemlerin çözülmesini, modelin manipüle edilmesini ve bir çözüm elde etmek için matematiksel tekniklerin uygulanmasını içerebilir. Matematiksel çözümden elde edilen sonuçlar gerçek dünya problemi bağlamında tekrar yorumlanır. Bu, sayıların anlamlandırılmasını, birimlerin dikkate alınmasını ve çözümün makul olmasının değerlendirilmesini içermektedir. Model ayrıca tahminleri gerçek dünya verileriyle karşılaştırılarak ve sınırlamaları değerlendirilerek doğrulanır. Son aşama, bulguların iletilmesini ve modelleme sürecinin yansıtılmasını içerir. Bu, sonuçların sunulmasını, modelin güçlü yönlerinin ve sınırlamalarının tartışılmasını ve alternatif yaklaşımların değerlendirilmesini içerebilir. Lesh ve Doerr'a (2003) göre matematiksel modelleme etkinliklerinin geleneksel problemlerden farkı üç başlık altında değerlendirilebilir.

1. Geleneksel problemler sayısal hesaplamalara odaklanır, belirli sayılarla formüller ve prosedürler kullanarak problemleri çözdürürken, matematiksel modelleme etkinlikleri sembolik temsili vurgular ve gerçek dünyadaki durumları temsil etmek için sembolik modeller oluşturarak genelleştirilebilir çözümler ve daha derin bir anlayış sağlar. Bu fark, kavramsal anlayış ile matematiksel modelleme faaliyetlerinde gerçek dünya problemlerini matematiksel temsillere dönüştürme becerisine vurgu yapar.

2. Matematiksel modelleme etkinlikleri daha gerçekçi ve ilgi çekici bir öğrenme deneyimi sağlar. Matematiğin soyut dünyasını gerçek dünya problemlerinin karmaşıklığına bağlayarak konunun pratik uygulamalarının daha iyi anlaşılmasını sağlarlar. Örneğin bir tekne ile nehri geçmeye çalışan bir grup genç için tekne yapılacaksa ürün bir teknedir belirlidir ve sonucu görme için deneme yapılabilir. Yani tekne karşıya geçebilir mi denenerek sonuç hakkında fikir sahibi olunabilir.

3. Geleneksel problemler belirli bir duruma odaklanırken, matematiksel modelleme faaliyetleri genelleştirilebilir modellere öncelik verir. Modeller benzer sorunlar için başkaları tarafından kullanılabilir. Ayarlamalar yapılarak farklı durumlara için güncellenebilir. Çeşitli amaçlar için değiştirilebilir ve uyarlanır. Yeniden kullanılabilirlik ve uyarlanabilirliğe

odaklanmak, özellikle karmaşık ve sürekli değişen gerçek dünya sorunlarının üstesinden gelmek için modelleri uzun vadede daha verimli ve değerli hale getirir.

Gerçek yaşam problemlerinin modelleme etkinliklerini oluşturmak için Lesh vd. (2000) altı öğretim tasarımı prensibini belirlemişlerdir. Bu prensipler ve prensiplerin cevap vermesi gereken sorular şu şekilde sıralanmıştır:

Kişisel Anlamlılık İlkesi ("Gerçeklik" İlkesi olarak da adlandırılır): Bu gerçek hayatta gerçekten yaşanabilir mi? Öğrenciler kendi kişisel bilgi ve deneyimlerinin uzantılarına dayanarak durumu anlamlandırmaya teşvik edilecek mi? Öğrencilerin fikirleri ciddiye alınacak mı, yoksa öğretmenin (veya yazarın) problem durumu hakkında düşünmenin (tek) doğru yolu kavramına uymaya zorlanacaklar mı? sorularıyla modelleme etkinlikleri bağlamının bireyin gerçekliğiyle örtüşmesini ifade eder.

Model Oluşturma İlkesi: Görev, öğrencilerin bir modelin inşa edilmesi, değiştirilmesi, genişletilmesi veya rafine edilmesi ihtiyacını açıkça fark etmelerini sağlıyor mu? Görev, yapısal olarak önemli bir sistemi inşa etmeyi, tanımlamayı, açıklamayı, manipüle etmeyi, tahmin etmeyi veya kontrol etmeyi içeriyor mu? Dikkat, yüzeysel bilgilerden ziyade altta yatan örüntülere ve düzenliliklere odaklanıyor mu? sorularıyla bireyin model oluşturma gerekliliğini hissetmesini ifade eder.

Öz Değerlendirme İlkesi: Değerlendirme kriterleri öğrenciler için açık mı? Alternatif yanıtların faydası var mı? Öğrenciler yanıtlarının yeterince iyi olup olmadığına kendileri karar verebilecekler mi? Sonuçlar hangi amaçlar için gereklidir? Kim tarafından? Ne zaman? sorularıyla bireylerin geliştirdikleri çözüm önerilerinin yeterli olup olmadığını anlamayı ifade eder.

Model-Dokümantasyon İlkesi ("Model-Dışsallaştırma İlkesi" olarak da adlandırılır): Yanıt, öğrencilerin durum hakkında nasıl düşündüklerini (verilenler, hedefler, olası çözüm yolları) açıkça ortaya koymalarını gerektirecek mi? Ne tür sistemler (matematiksel nesneler, ilişkiler, işlemler, örüntüler, düzenlilikler) hakkında düşünüyorlar? sorularıyla bireylerin açıklayıcı bir şekilde düşünmelerini sağlayıp sağlamadığını ifade eder.

Basit Prototip İlkesi: Durum, önemli bir model ihtiyacı yaratırken mümkün olduğunca basit mi? Çözüm, yapısal olarak benzer diğer çeşitli durumların yorumlanması için faydalı bir prototip sağlayacak mı? Deneyim, açıklayıcı güce ya da yapısal olarak benzer diğer durumları anlamlandırma gücüne sahip bir hikaye sunacak mı? sorularıyla oluşturulan prototipin başka durumlar için kullanışlı olup olmadığını ifade eder.

Model Genelleme İlkesi: Oluşturulan kavramsal araç sadece belirli bir durum için mi geçerli, yoksa daha geniş bir durum yelpazesine uygulanmak üzere kolayca değiştirilebilir ve genişletilebilir mi? sorusuyla öğrencilerin, yeniden kullanılabilir, paylaşılabılır, değiştirilebilir modeller üretmek için tek amaçlı düşünme yolları üretmenin ötesine geçmeye zorlanmalarını ifade eder.

Chamberlin ve Moon (2005) ise verilen prensiplere göre bir modelleme etkinliğinin dört bölümden oluşması gerektiğini belirtmişlerdir. Bunlar; tanıtıcı makale, hazırlık soruları, veriler ve problem durumudur. Modelleme etkinliğinin ilk bölümü öğrencilerin ilgisini çekmek için problem bağlamı hakkında tanıtıcı makaledir. İkinci bölüm, tanıtıcı makale hakkında hazırlık sorularıdır. Lesh vd. (2003), öğrencileri problem durumuna hazırlamayı amaçlayan bu kısma ısındırma aktivitesi adını vermişlerdir. Üçüncü bölüm model oluşturmada kullanılacak olan verilerin harita, tablo, diyagram gibi araçlar kullanılarak sunulduğu bölümdür. Son bölüm ise çözümü istenen problem durumunun sade ve anlaşılır şekilde sunulduğu bölümdür.

Matematiksel Modelleme Eğitimi ve Karşılaşılan Zorluklar

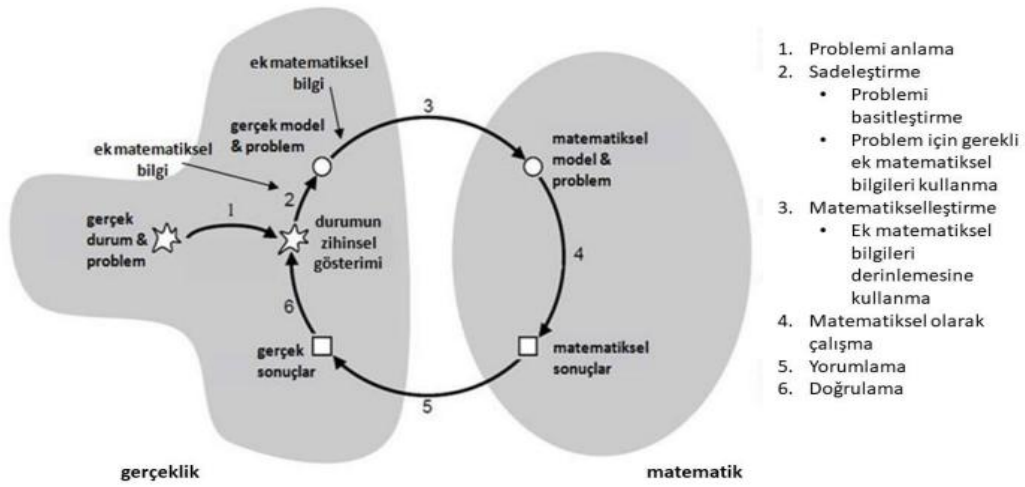
Geleneksel problemleri çözmek, kesinlikle "gerçek dünya" ile "matematik" arasında uygun bir etkileşim kurulmasını gerektirir (Blum vd., 2002). Teorik bir bakış açısıyla, bu etkileşim genellikle bir "modelleme çemberi" olarak tanımlanır (De Corte vd., 2000), ancak öğrencilerin "problemlerle ilgili sorunları" (Saljo & Wyndhamn, 1997) üzerine yapılan ampirik çalışmalar, birçok öğrencinin kelime problemlerini çözerken bu kavramı takip etmediği sonucuna varmıştır. Bu konudaki ilk araştırmalar öğrencilerin çözümlerinin şaşırtıcı derecede anlamsız olduğu sonucuna varırken, daha yeni yayınlar öğrencilerin matematik sınıflarının kültürü içinde geliştirdikleri çözüm stratejilerinin "rasyonelliğine" giderek daha fazla odaklanmaktadır (Reusser & Stebler, 1997; Saljo & Wyndhamn, 1997; Voigt, 1998). Başka bir deyişle; öğrenciler problem çözme mantığını değil, sınıf kültürünün mantığını takip ederler. Bu nedenle, matematik derslerindeki etkileşim, kelime problemi çözmedeki zorlukları anlamak için önemli bir ilgi odağı haline gelmektedir.

Geleneksel problemler verilenlerden istenene doğrusal bir yol izlemeyi amaçlar. Problem cümlesindeki belirli kelimeler ve ipuçları çözüme rehberlik eder. Çözüm için ezberlenen formüller ve kalıplar kullanılır. Problemin gerçek dünya bağlamını tam olarak ele almayabilir. Tipik olarak tek, kesin bir çözüme sahiptir. Genellikle bireysel olarak çözülür, iş birliğini ve sosyal etkileşimi sınırlar. Matematiksel modelleme etkinlikleri ise birden fazla deneme ve geliştirme döngüsünü içerir. Sadece bir cevap bulmaktan ziyade çözümün geçerliliğini değerlendirmeye odaklanır. Daha derin düşünmeyi ve önceden edinilmiş bilginin

yeniden inşasını teşvik eder (English, 2006). Daha geniş senaryolara uygulanabilecek çözümler geliştirmeyi amaçlar. Öğrenciler kendi süreçlerini ve mantıklarını oluştururlar. Ekip çalışmasını, tartışmayı ve fikir paylaşımını teşvik eder (Zawojewski & Lesh, 2003).

Matematiksel modelleme eğitimi öğrencilere olumlu birçok özellik kazandıracağı muhakkaktır. Matematiğin günlük hayatta iş hayatında, endüstride ve bilimde kullanışı hakkında bilgi sunar. Matematiği daha anlamlı kılar. Matematik eğitimini destekler, modelleme etkinlikleri, eleştirel düşünmede, matematiksel fikirler arasındaki ilişkiyi anlamada ve matematik okuryazarlığını geliştirmede etkili olur (Skovsmose, 2000; Sriraman & Lesh, 2006).

Şekil 9. Matematiksel Modelleme Döngüsü (Borromeo Ferri, 2007)



Borromeo Ferri (2018), karmaşık bir modelleme problemini okuduktan sonra bireyler, gerçek yaşam durumuna karşılık gelen bir zihinsel resim oluştururlar. Bu zihinsel temsil, problemin anlaşılmasında ve modellenmesinde kritik bir rol oynar. Bilişsel bakış açısına göre, problemlerle ilgili farkında olmadan yapılan sadeleştirmeler ve buna bağlı olarak modelleme sürecinde nasıl ilerleneceğine dair bireysel tercihler bulunur. Bu tercihler ve sadeleştirmeler, bireyin geçmiş deneyimlerinden ve önceden edinilmiş bilgilerinden etkilenir. Farklı bireyler, zihinsel temsili oluştururken ve problemdeki verileri değerlendirirken farklı bilgi türlerine ihtiyaç duyarlar. Bu nedenle, öğrencilerin matematiksel modelleme sürecini aynı adımlarla ve benzer eylemlerle tamamlamaları beklenmemelidir. Araştırmalar, sınıf ortamında modelleme yapan öğrencilerin eylemlerinin ve bu adımlar arasındaki geçişlerin farklılık gösterebileceğini göstermiştir.

İlkokulda Matematiksel Modelleme. İlkokul matematik öğretim programı, matematik ile gerçek dünya uygulamaları arasında bağlantı kurmayı, öğrencilerin matematiksel kavram ve becerilerini gerçek hayat problemlerini çözmek için kullanmalarını sağlamayı amaçlamaktadır (MEB, 2018). Almanya, Avustralya, Finlandiya, Amerika Birleşik Devletleri, Singapur ve İsviçre dahil olmak üzere matematikte başarılı olan çok sayıda ülke, ilkokul matematik öğretim programlarına matematiksel modellemeyi dahil etmiştir (Blomhøj & Kjeldsen, 2006; Lingefjärd, 2006; Maaß, 2006; NCTM, 2000; Skolverket, 1997; Stillman vd., 2007). Bu, ilkokul matematik öğretiminin gerçek dünya uygulamaları ile matematik arasındaki ilişki etrafında yapılandırılmasına verilen artan vurguyu vurgulamaktadır (Suh vd., 2017).

Gerçek dünya ve matematik bağlantısının önemi, öğretme ve öğrenme süreçlerinde matematiksel modellerin ve modellemelerin kullanılmasında önemli bir rol oynamaktadır (García vd., 2010; Lesh vd., 2007; Maaß, 2006; Niss vd., 2007). Bu nedenle matematiksel modelleme süreçlerinin erken yaşlardan itibaren ilkokul eğitime dahil edilmesi, öğrencilerin matematik ve gerçek dünya uygulamaları arasında bağlantı kurma becerilerinin geliştirilmesinde kritik bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır (English & Watters, 2004; Şahin & Eraslan, 2017; Watters vd., 2004). Pek çok araştırmacı (Carlson vd., 2016; English vd., 2005; English & Watson, 2018; Suh vd., 2017), ilkokul öğrencilerinin küçük yaşlardan itibaren matematiksel modelleme ve model oluşturma etkinlikleriyle tanıştırılmasının, bu alanda deneyim kazanmalarının ve kendi matematiksel modellerini oluşturmalarının sağlanmasının gerekliliğini savunmaktadır.

Araştırmalar öğrencilerin sıklıkla matematiksel modelleme problemini kavramakta zorlandıklarını göstermektedir (English & Watters, 2004; Şahin, 2014; Ulu, 2017). Sorunu yeterince incelemeyen, tartışmayan, sorgulamadan doğrudan çözüme atlama eğiliminde olabilirler. Bunu ele almak için öğrenciler, verilen bilgiler üzerinde düşünmeye ve problem durumuyla ilgili düşüncelerini paylaşmaya teşvik edilmelidir (English & Watters, 2004). Ayrıca problem durumu ilkokul seviyesine uygun şekilde basitleştirilmelidir. Ancak problem durumunu basitleştirmek aynı zamanda öğrenciler için zorluklar da oluşturabilir. Bunu yapma yetenekleri okuduğunu anlama zorlukları nedeniyle engellenebilir. Gözlemler, grupların metni yüksek sesle okuyabildiklerini ancak anlamını anlayamadıklarını göstermektedir (Şahin, 2019).

Matematiksel modellemede ilkokul öğrencilerinin zorlandığı bir diğer durum ise grup çalışmasıdır. Grup çalışması, matematiksel modellemenin ayrılmaz bir bileşenidir ve öğrencilerin işbirliği yapmasına, fikir paylaşmasına ve birlikte çözüm oluşturmaya olanak

tanır. Ancak ilkököl öğrencileri modelleme etkinliklerinin bu boyutunda sıklıkla zorluklarla karşılaşmaktadır, bu da verimsizliklere ve genel hedefe odaklanma eksikliğine yol açabilir. Bir diğer yaygın sorun ise grup üyeleri arasında görev ve sorumlulukların eşit olmayan dağılımıdır. Çoğunlukla bir öğrenci liderliği üstlenirken diğerleri pasif kalır veya bağımsız çalışmayı tercih eder. Bu durum kırılganlığa yol açabilir ve genel grup çabasını sekteye uğratabilir. Bu sorunu çözmek için öğretmenler odak noktasını yalnızca nihai çözüme ulaşmaktan öğrenme sürecini ve sürekli iyileştirmeyi vurgulamaya kaydırabilirler. Öğrenciler daha fazla grup çalışması etkinliği ekleyerek işbirliği, problem çözme ve iletişim konularında değerli deneyimler kazanabilirler (Şahin, 2014).

Matematiksel modelleme sürecinin raporlanması, öğrencilerin anlayışlarını sentezlemelerine, bulgularını iletmelerine ve problem çözme stratejileri üzerinde düşüncelerine olanak tanıyan çok önemli bir adımdır. Ancak ilkököl öğrencileri modelleme etkinliklerinin bu boyutunda sıklıkla zorluklarla karşılaşmaktadır. Öğrenciler problemin çözümünde yer alan matematiksel adımları açıklayabilmelerine rağmen rapor yazarken bu adımları yazılı veya sözlü olarak etkili bir şekilde ifade etmekte zorlanabilirler. Bu zorluğun üstesinden gelmek için öğretmenler gruplar arası sunumları raporlama sürecinin önemli bir bileşeni olarak dahil edebilirler. Modelleme görevlerini tamamladıktan sonra her grup, modelini akranlarına sunarak yapıcı eleştiri ve geri bildirim sağlayabilir (Şahin, 2014).

Ortaokulda Matematiksel Modelleme. Matematiksel modelleme ortaokul eğitiminde çok önemli bir rol oynar; öğrencilerin eleştirel düşünme, problem çözme ve iletişim becerilerini geliştirmelerini sağlarken matematiksel kavramların daha derin bir şekilde anlaşılmasını teşvik eder. Öğrenciler matematiksel modelleme etkinliklerine katılarak gerçek dünya problemlerini matematiksel temsillere dönüştürmeyi, modelleri oluşturmayı ve analiz etmeyi ve sonuçları orijinal problem bağlamında yorumlamayı öğrenirler. Bu süreç yalnızca matematiksel yeterliklerini geliştirmekle kalmıyor, aynı zamanda 21. yüzyılın temel becerilerini de geliştirerek onları giderek daha fazla veri ve niceliksel analizin yönlendirdiği bir dünyada başarıya hazırlamaktadır. Matematiksel modelleme ile öğrenciler karmaşık problemleri yönetilebilir bileşenlere ayırmayı, ilgili bilgileri tanımlamayı ve çözüm bulmak için matematiksel teknikleri uygulamayı öğrenirler. Modelleme etkinlikleri, öğrencileri soyut matematiksel kavramları gerçek dünyadaki uygulamalarla ilişkilendirmeye teşvik ederek matematiksel ilkelerin daha anlamlı anlaşılmasına katkıda bulunur (Lesh & Doerr, 2003).

Öğrencilerin önceden kullandıkları benzer stratejiler ve işlemlerle rutin problemleri çözmesi matematiksel düşünce ve kavramsal öğrenmenin geliştirilmesi için yeterli olmadığı bilinmektedir (Hamilton, 2007). Problem çözme sürecinde kullanılan soruların matematik ve

diğer disiplinlerle ilişkisi ortaya konulmalıdır. English ve Sriraman (2010), günlük hayat problemlerinin öğretim sürecine dahil edilmesinin öğrencilerin motivasyon ve yeterliklerinin gelişmesine katkı sunacağını belirtmişlerdir. Ancak seçilecek problemin öğrenci için ilgi çekici olması, yeniden problem tasarlamak ve var olan problemlerin öğrencilerin matematiksel gelişimine uygun olacak şekilde dönüştürülmesi karşımıza çıkan önemli zorluklardan biridir. Karmaşık bir modelleme sorusunun öğrencilerin gelişimlerine katkı sağlayamayacağı bir gerçektir. Öğrencilerin karşılaştıkları problemlere çözüm üretirken hangi yaklaşımları kullanmaları gerektiği sosyal veya duygusal durumlara bağlı olarak alınan kararlara göre değişmektedir (Chamberlin, 2019; Chamberlin & Parks, 2020).

Öğrencilerin modelleme problemi üzerinde çalışmaya başlamadan evvel problemin yapısını anlamakta zorlandığını dolayısıyla modelleme problemlerinin tanımlama, açıklama, yorumlama ve inşa etme becerilerine katkı sunmakta zorlandığı görülmektedir (Greefrath & Vorhölter, 2016). Eğitim hayatları boyunca geleneksel problemlerle karşılaşan öğrencilerin modelleme problemlerinde kendi yaratıcı çözümlerini bulmakta zorlandıkları bilinmektedir (Franke & Ruwisch, 2010). Alkan ve Aydın (2021), matematiksel modelleme sürecinde öğrencilerin yorumlama ve doğrulama yeterliklerinin zayıf olduğunu, modelleme sürecinin gelişmesine rağmen uygulama kısmında bu sürece uygun gelişmenin görülemediğini vurgulamaktadırlar. Öğrenciler hemen her basamakta zorlandıklarını göz önünü alındığında bu zorlukların üstesinden gelmek için öğretmenlerin rehberliğinde uygulanan ısıdırma çalışmalarına gerekli önemin verilmesi gerektiği ortaya konulmuştur (Sandalcı, 2013; Tekin-Dede & Yılmaz, 2015). Ayrıca aynı konu üzerinde farklı modelleme problemlerinin çözülmesinin öğrencilerin modelleme yeterliklerine ve gelişimine katkı sağladığı görülmüştür (Sandalcı, 2013).

Matematiksel modelleme zorluklarının aşılmasında öğretmenlere büyük görev düşmektedir. Öğretmenlerin modelleme örneklerini ders kitabında bulunan örneklerle benzer seçtikleri ve problem çözümleri için yeterli zamanın verilmediği yönünde görüş bildirdikleri bilinmektedir (Güder, 2013). Bu yüzden öncelikle öğretmenlerin matematiksel modellemeye yönelik bilgi ve tecrübelerinin artırılması ve modelleme sürecinde öğrencilere nitelikli rehberlik edebilmeleri için hizmet içi eğitim verilmesi veya çalıştayların düzenlenmesi gerekmektedir (Güler, 2019). Öğrencilerin yapmış oldukları çalışmaları sunum olarak arkadaşlarına sunmaları ve birbirlerine soru sorma fırsatları verilmelidir (Chamberlin & Moon, 2005). Öğrencilerin modelleme çalışmaları sırasında çeşitli stratejileri keşfetmeleri, tartışmaları ve ihtiyaç duyulan bilgiler için araştırma yapmaları teşvik edilmelidir (Kandemir, 2011).

Lisede matematiksel modelleme. Matematiksel modellemenin çağın gereksinimlerine uygun matematik öğretimine katkıda bulunduğu göz önüne alındığında matematiksel modellemenin her seviyedeki okul ortamına entegre edilmesi beklenmektedir. Lise düzeyine bakıldığında ise bu seviyedeki öğrencilerin ilgi alanlarının ve yaşam deneyimlerinin hızlı bir şekilde değiştiğinden modelleme uygulamalarının oldukça önemli ve gerekli olduğu görülmektedir (Garfunkel & Montgomery, 2016). Matematiksel modelleme lise düzeyinde matematiksel modelleme çalışmaları içeren kazanımlara yer verilmesine rağmen halen sınıf uygulamalarına istenilen düzeyde dahil edilememiştir (Hankeln, 2000).

Lise matematik dersi konularından bağıntı, kümeler, fonksiyonlar, karmaşık sayılar, logaritma, türev ve integral gibi konular oldukça soyut ve öğrenciler tarafından öğrenilmesi zor olduğu ve kavram yanlışlarına sebep oldukları bilinmektedir (Kutluca, 2009; Çolak, 2002). Böyle soyut konuların anlaşılması zaten zor iken birde bu konuların matematiksel modelleme etkinliklerinde verilmesi öğrencilerin öğrenmesini iyice zorlaştıracaktır. Matematiksel modelleme problemlerinin doğası karmaşık olması ve öğrencilerin modelleme problemlerinin zor olduğu düşüncesine sahip oldukları bilinmektedir (Blum, 2011; Kaiser & Stender, 2013; Kandemir, 2011; Özer, 2016; Riyanto & Putri, 2019). Bunun nedenin ise modelleme problemlerinin bazılarında karmaşık bir gerçek yaşam durumu olması, verilerin açıkça verilmemiş olması ve tek bir çözüm yolunun olmaması gösterilebilir (Çakan, 2019; Gündüzalp, 2019; Urhan & Dost, 2016).

Lise öğrencilerinin yaşadığı bir diğer sorun ise modelleme problemlerinin uzun olması, gerçek verilere dayalı çözümler istendiğinden karmaşık ve zorlayıcı olması, bazı problemlerde değişken ve sayıların bulunmaması ve çözümün belirsiz olması gösterilebilir (Çetinkaya, 2020; Mumcu & Baki, 2017). Yaşanan bu zorlukların tek sebebi matematiksel modelleme problemlerinin doğası gereği oluşan olumsuzluklar değildir. Öğrencilerin matematik dersi alışkanlıklarının onların modelleme problemleriyle karşılaştıklarında çaresiz kalmalarına sebep olması gösterilebilir (Garfunkel & Montgomery, 2016). Bazı öğrenciler için ise modelleme problemleri ilgi çekici gelmeyebilir (Schaap vd., 2011). Ayrıca üniversite sınav hazırlığı döneminde olan lise öğrencileri için modelleme problemlerinin üniversite sınavında çıkan problemlere benzemediği için derslerde bu problemlere yer verilmesini istemedikleri bilinmektedir (Deniz, 2014; Özer, 2016).

Lise düzeyinde yaşanan zorluklarının bir diğer sebebi ise öğrencilerin modelleme yeterliklerine sahip olmamalarıdır. Öğrenciler modelleme problemleri çözerlerken hemen her basamakta zorlandığı bilinmektedir (Blum & Leib, 2007; MaaB, 2006). Bu zorlukların aşılabilmesi için öğrencilerin modelleme problemleri çözmeye alıştırmaları çok önemlidir.

Modelleme problemleri çözüldükten sonra grup çözümlerinin paylaşılması ve sınıfça tartışılması bu süreçte öğrencilere olumlu katkı sağlayacaktır. Kalabalık sınıf ortamlarında modelleme problemi çözmek zor olacağından öğrencilerin küçük gruplar halinde çalışmaları sağlanması farklı çözümlerin sunulması imkanını yaratabilir (Zawojewski vd., 2003). Zaman sorunu yaşanan çözümü uzun süren problemlerin ev ödevi şeklinde verilmesi yine olumlu katkı sunacak öneriler arasında yer alır (Erbaş vd., 2013). Öğretmenlerin modelleme problemlerini rastgele seçmeden konunun özelliğine ve öğrenci seviyesine göre oluşturmaları ve öğretmenlerin sürecin dışında kalmayıp modelleme faaliyetlerine öğrencilerle birlikte doğrudan katılmaları yaşanan zorluklar karşısında olumlu katkı sunabilir (Chan, 2013).

Matematiksel Modelleme ve Teknoloji

Matematiksel modelleme eğitimi ve teknolojisi, geleneksel matematiksel öğretimin ve modern dijital yeniliklerin dinamik bir kesişimini temsil eder. Bu eğitim yaklaşımı, öğrencilerin gerçek dünya problemlerini çözmek için matematiksel modeller oluşturma, yorumlama ve doğrulama becerilerini geliştirmeye odaklanır ve öğrenmeyi ve uygulamayı geliştirmek için hesaplama araçlarını entegre eder. Tarihsel olarak, matematik eğitimi matematiksel bir çerçeve içinde problem çözmeye vurgu yapmıştır, ancak bilgisayar cebir sistemleri ve simülasyon yazılımı gibi dijital teknolojilerin ortaya çıkışı bu manzarayı önemli ölçüde dönüştürerek etkileşimli ve çok temsilli öğrenme deneyimlerini kolaylaştırmıştır. Çağdaş eğitimde, matematiksel modelleme problem çözme, iletişim, iş birliği ve eleştirel düşünme gibi temel 21. yüzyıl becerilerini geliştirmek için çok önemlidir. Dijital araçlar yalnızca öğrenciler için bilişsel ve duygusal sonuçları iyileştirmekle kalmaz, aynı zamanda kişiselleştirilmiş ve iş birliğine dayalı öğrenme fırsatları da yaratır. Teknolojinin matematiksel modellemeye entegrasyonu, öğrencilerin bilgi inşasına aktif olarak katılmalarını sağlayarak, özel öğrenme hızlarına ve etkileşimli keşfe olanak tanır (Yadav & Lachney, 2022).

Çağdaş eğitimde matematiksel modellemenin önemi anlaşılmaya başlanmıştır. Matematik eğitimine teknolojinin entegrasyonu, öğrenciler için hem bilişsel hem de duygusal sonuçları iyileştirmede ümit verici sonuçlar göstermiştir; bunlar eğitim alanında önemli hedeflerdir (Schukajlow vd., 2018). Bu hem öğrenci hem de öğretmen refahının önemini vurgulayan COVID-19 salgınının ortaya koyduğu mevcut zorluklar arasında özellikle hayati önem taşıdığı görülmüştür (Michel & Goldberg, 2021). Matematiksel modellemede teknoloji kullanmanın temel avantajlarından biri, öğrenciler arasında sosyal aktiviteyi teşvik etme yeteneğidir. Teknoloji, tartışma gruplarına, akran etkileşimlerine ve işbirlikçi etkinliklere katılımı kolaylaştırır (Gallegos & Rivera, 2015; Geiger vd., 2012; Orey & Rosa, 2018). Bu işbirlikçi ortam, öğrencilerin yakınsal gelişim bölgesinde hareket etmelerini, teknoloji

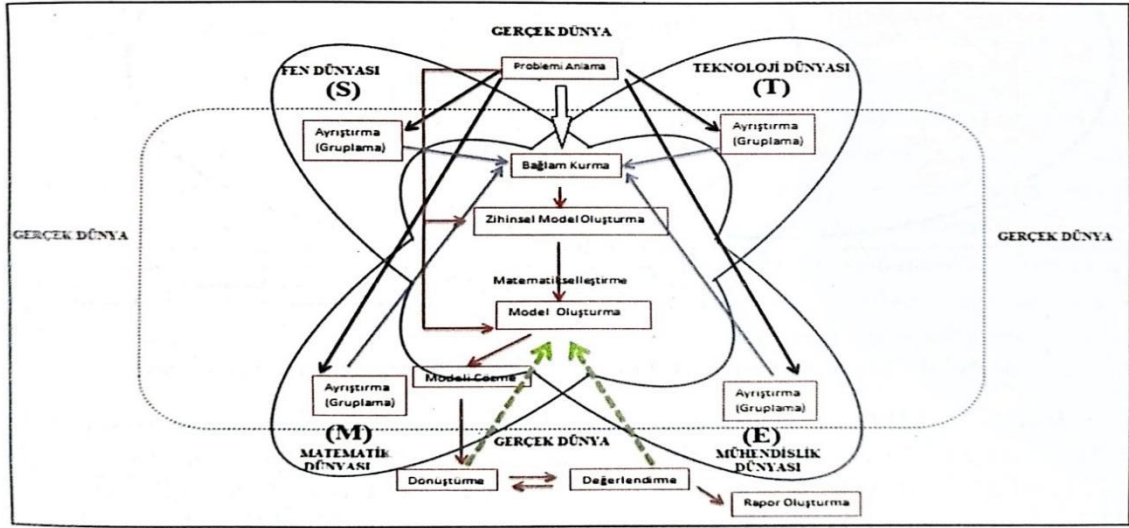
yardımla sosyal olarak bilgi ve anlam oluşturmalarını sağlar (Çevikbaş & Kaiser, 2020). Ayrıca, teknoloji kişiselleştirilmiş öğrenmeyi mümkün kılarak öğrencilerin etkileşimli bir şekilde katılımını ve kendi hızlarında ilerlemesini sağlar. Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi ve Uluslararası Eğitimde Teknoloji Topluluğu tarafından belirlenen hedefler, öğrenciler, eğitimciler ve aileler arasındaki iş birliği ve iletişimin önemini vurgular. Bu hedefler, matematikte öğrenme fırsatlarını artırmak için teknolojilere erişim, tasarım ve kullanım konusunda eşitlikçi hususları vurgular (Todos, 2020). Bu tür iş birlikli deneyimler hem öğrencileri hem de eğitimcileri eğitim sürecine dahil etmek ve güçlendirmek için çok önemlidir. Dahası, eğitimde matematiksel modelleme, problem çözme, iletişim, iş birliği ve eleştirel düşünme dahil olmak üzere 21. yüzyıl becerilerinin gelişimini destekler. Bu beceriler, öğrencilerin karmaşık, teknoloji odaklı bir dünyada gezinmeleri ve başarılı olmaları için gereklidir (Baldwin vd., 2013; Wing, 2008). Python, Scratch ve GeoGebra gibi çeşitli dijital araçlar ve platformlar, bu becerileri geliştirmek için bilişim teknoloji (BT) tabanlı matematik etkinliklerinde kullanılmaktadır. Hem problem tabanlı hem de proje tabanlı öğrenme yaklaşımları başarıyla uygulanana uygulamalar, öğrencileri bilgilerini uygulamaya ve belirli proje gereksinimlerini karşılayan BT ürünleri oluşturmaya teşvik etmektedir (Kaufmann & Stenseth, 2021; Sinclair & Patterson, 2018).

Matematiksel modelleme eğitiminde öğretim program entegrasyonu, farklı disiplinler arasında tutarlı öğrenme deneyimleri yaratmayı amaçlayan bir yaklaşımdır. Vasquez vd. (2013), STEM öğretim program entegrasyonu için çok disiplinliden disiplinler arası yöntemlere doğru ilerleyen bir süreklilik taslağı çizdiler. Çok disiplinli bir yaklaşım, ayrı öğretim disiplinleri içinde paylaşılan bir temayı incelemeyi içerir ve bu disiplinler arasındaki bağlantı, temanın kendisiyle sınırlıdır. Buna karşılık, disiplinler arası entegrasyon, belirli bir kavram içinde birden fazla disiplinden gelen öğrenme hedeflerini birleştirerek tek bir öğretmenin bir kavramın daha derin anlaşılmasını desteklemek için çeşitli öğrenme hedeflerinden yararlanmasına olanak tanır. Son olarak, disiplinler arası bütünleşme, öğrencilere gerçek dünyaya ait temel sorular sunarak, sorgulama süreçleri, problem çözme, eleştirel düşünme, yaratıcılık ve yenilikçilik gibi 21. yüzyıl becerilerinin kullanımını teşvik eder (Baker & Galanti, 2017). Matematiksel modelleme eğitimi kapsamında hesaplama yöntemleri ve algoritmaların incelenmesi, karmaşık mühendislik ve bilimsel problemleri çözmek için hem analitik hem de sayısal yaklaşımları destekler. Matematiksel modelleme eğitiminde bilişim teknolojilerinin kullanımı, öğrencilerin modelleme problemlerini çözdüğü ve önceden belirlenmemiş öğrenme sonuçlarını keşfettiği açık uçlu, yapılandırmacı öğrenme ortamlarını nasıl destekleyebileceğini örneklemektedir. Öğretim program entegrasyonunun sürekli evrimi ve matematiksel modelleme eğitiminde teknolojinin stratejik kullanımı, tüm

öğrenciler için yüksek kaliteli STEM eğitime eşit erişim sağlamayı, daha ilgi çekici ve etkili bir öğrenme deneyimi sağlamayı amaçlamaktadır (McCulloch, 2020; NCTM, 2020).

Matematiksel modelleme süreci içerisinde ortaya çıkan basamaklar, disiplinler arası matematiksel modelleme etkinlikleri söz konusu olduğunda, farklı alanların dâhil edilmesi sebebiyle farklılık gösterebilir. Şekil 10'da görüldüğü gibi, gerçek dünyada başlayan bu süreçte disiplinler arası bir gerçek yaşam problemi, öncelikle birey tarafından anlamlandırılmaya çalışılır. Problemi anlama aşaması, STEM yaklaşımına giriş için kritik bir başlangıç noktası oluşturur. Bu süreçte, problemde yer alan kavramlar birey tarafından zihinsel olarak analiz edilerek ilgili disiplinlerle eşleştirilir ve kategorize edilir (ayırıştırma/gruplama süreci). Bu kategorizasyon işlemi, her disiplinin kendine özgü nitelikleri doğrultusunda şekillenir. Birey, disiplinlerarası matematiksel modelleme (DMM) etkinliği sırasında, sahip olduğu ön bilgileri kullanarak ilgili kavramları tanımlar ve bu süreçte bilişsel olarak ilgili disiplinin perspektifine geçiş yapar. Bu kısa süreli zihinsel geçişin ardından, birey kategorize ettiği kavramlar arasındaki tamamlayıcı ilişkileri ve bağlantıları fark ederek bunları bütünleştirir (bağlam kurma). Bağlam kurma süreci, tüm disiplinlerde eşzamanlı olarak gerçekleşmeyebilir. Bireyin ilgi alanları ve yetkinlikleri doğrultusunda, bazı disiplinler arasındaki ilişkiler diğerlerine göre daha erken kurulabilir ve zamanla diğer disiplinlerle de bağlantılar geliştirilebilir. Verilerin organizasyonunun ardından birey, çözüm odaklı hipotezler geliştirir ve uygun stratejiler planlar (zihinsel model oluşturma süreci). Bu süreç, problem çözücünün zihinsel modelini matematiksel bir formata dönüştürdüğü model oluşturma aşamasına geçişini sağlar. Bu kritik aşamada, problem matematiksel bir çerçeveye oturtularak uygun matematiksel model yapılandırılır. Modelin belirlenmesini takiben, birey sahip olduğu matematiksel bilgi birikimini kullanarak modelin matematiksel çözümünü gerçekleştirir (model çözme aşaması). Bu basamak, yoğun matematiksel yapılar ve işlemler içermesi nedeniyle öncelikle matematik disipliniyle ilişkilendirilse de diğer disiplinlerden de destek alınmaktadır. Çözüm aşamasının tamamlanmasıyla birey, elde edilen sonuçların gerçek dünya bağlamındaki karşılığını analiz eder (dönüştürme) ve çözümün pratik geçerliliğini ve uygulanabilirliğini değerlendirir (model değerlendirme). Modelin gerçek hayat koşullarında işlevsel olduğuna dair kanıt elde edilmesinin ardından, modelleme süreci tamamlanır ve birey modelin detaylı bir sunumunu içeren kapsamlı bir rapor hazırlar (raporlaştırma) (Gürbüz & Doğan, 2019).

Şekil 10. *Disiplinler Arası Matematiksel Modelleme Süreci (Gürbüz & Doğan, 2019)*



Matematiksel Modelleme ve Öğretmen Eğitimi

Matematiksel modelleme, matematiğin gerçek problemleri çözmek için kullanılabileceği döngüsel bir süreçtir ve bu sayede matematik dünyası ile gerçek dünya arasında iki yönlü bir dönüşümü kolaylaştırır (Blum & Ferri, 2016; Niss vd., 2007). Matematiksel modelleme yeterliği, bir kişinin modellemeyi teşvik etmek için modelleme ortamında gerekli işlemleri yapabilme yeteneğini ifade eder (Niss vd., 2007) ve modelleme döngüsünün her adımını tamamlamak için gerekli olan alt yeterliklerden oluşur (Kaiser, 2007; Niss vd., 2007). Matematiksel modellemenin alt yeterliklerinin yaygın olarak kabul gören modeli temel olarak beş alt yeterliği içermektedir: basitleştirme, matematikleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama. Basitleştirme, gerçek dünya sorunlarını anlama ve gerçek dünya modelleri geliştirme becerisidir; matematikleştirme, gerçek dünyadaki modellere dayalı matematiksel modeller oluşturma becerisidir; matematiksel olarak çalışmak, matematiksel modellerde matematiksel problemleri çözebilme becerisidir; yorumlama, gerçek dünya modellerinde veya durumlarında matematiksel sonuçları yorumlama yeteneğidir; doğrulama ise bu şekilde geliştirilen çözüme meydan okuma ve gerekirse modelleme sürecini yeniden uygulama becerisidir (Maaß, 2006).

Bir modelleme probleminin özü, mevcut durum için matematiksel bir model oluşturmaktır; bu, matematiksel modellemenin izole bir şekilde öğretilmemesini, bunun yerine diğer matematiksel konularla bütünleştirilmesini sağlar. Sınıftaki modelleme etkinlikleri, akademik matematik ile gerçek yaşam uygulamaları arasındaki boşluğu kapatmaya yarar, böylece öğrencilerin problem çözme becerilerini ve matematiği okul dışında pratik olarak kullanma yeteneklerini geliştirir (Leong, 2012). Matematiksel modelleme, öğretim programına entegre edilmesini savunan Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi önerileriyle desteklenen K-12 eğitiminde önemli bir rol oynar. Yaklaşım, öğrencilerin gerçek

dünya problemlerini ele alan modeller geliştirmelerini ve çözümlerini yapılandırılmış akıl yürütme ve iletişim yoluyla gerekçelendirmelerini gerektiren etkinlikleri içerir (Baker & Galanti, 2017; Blum & Ferri, 2009; Sole, 2013).

Öğretmen eğitimi bağlamında, matematiksel modelleme hayati bir bileşen olarak kabul edilir. Eğitimciler, modelleme etkinlikleri üzerinde planlama, uygulama ve düşünme döngülerini içeren profesyonel gelişim programları aracılığıyla modellemedeki yeterliklerini geliştirmeye teşvik edilir. Bu tür programlar, öğretmenlerin pedagojik bilgilerini geliştirmeyi ve sınıfta modelleme görevlerini etkili bir şekilde kolaylaştırmalarını sağlamayı amaçlamaktadır (Albarracín & Gorgorio, 2020). Matematiksel modellemenin eğitimdeki önemi, matematiksel kavramlar ve uygulamaları hakkında derin bir anlayış geliştirme becerisiyle vurgulanmaktadır. Bu çok yönlü süreç, öğrencilerin akademik yeterliklerini geliştirmekle kalmaz, aynı zamanda onları günlük yaşamlarındaki karmaşık problemlerle başa çıkmaya da hazırlar (Leong, 2012; Yenmez vd., 2017). Matematiksel modellemenin sınıfta etkili bir şekilde uygulanması, öğretmenlerin yeterliklerine büyük ölçüde bağlıdır ve bu da hedeflenen mesleki gelişim programlarının gerekliliğini vurgulamaktadır (Albarracín & Gorgorio, 2020).

Eğitimde matematiksel modelleme, öğretmenlere hem öğretim tekniklerini hem de mesleki gelişimlerini geliştirerek sayısız fayda sağlamaktadır. Öğretmenler, matematiksel modellemeyi öğretim uygulamalarına dahil ederek, genellikle öğrenci etkileşimini ve eleştirel düşünmeyi sınırlayan geleneksel ders tabanlı yaklaşımdan uzaklaşabilirler. Geleneksel yöntemler, doğrudan problemler ve çözümler sağlayan ders kitaplarına büyük ölçüde güvenir ve bu da potansiyel olarak öğrencilerin matematiği dinamik bir problem çözme aracı yerine sabit teknikler koleksiyonu olarak görmelerine yol açabilir. Modelleme etkinlikleri, öğrencileri sorunları analiz etmeye, varsayımları formüle etmeye ve test etmeye ve modeller oluştırmaya teşvik eder, böylece matematiksel kavramlar ve uygulamaları hakkında daha derin bir anlayış geliştirir (Cai vd., 2014; Leong, 2012). Matematiksel modelleme aynı zamanda öğretmenlerin mesleki gelişimi için de önemli fırsatlar sunmaktadır. Modellemenin sınıfta etkili kullanımı, öğretmenin hedeflenen mesleki gelişim programları aracılığıyla geliştirilebilecek pedagojik bilgi ve becerilerine bağlıdır. Araştırmalar, modellemeye odaklanan ders çalışması döngüleri gibi mesleki gelişim etkinliklerinin, öğretmenlerin kendi öğretim stratejilerini test etmelerine, gözden geçirmelerine ve iyileştirmelerine olanak sağladığını göstermiştir (Albarracín & Gorgorio, 2020). Öğretmenler matematiksel modelleme çerçevesinde çeşitli öğretim tekniklerini kullanabilirler. Örneğin, açık uçlu görevler, zengin görevler, problem çözme ve araştırmaya dayalı öğrenme gibi farklı matematiksel kavramlar

arasındaki bağlantıları teşvik eden görevler özellikle etkili olabilir. Bu tür görevler, öğrenme deneyimini öğrenciler için daha ilgi çekici hale getirmekle kalmaz, aynı zamanda öğretmenlerin geniş bir yelpazedeki matematiksel fikirleri tutarlı bir şekilde ele almalarına da olanak tanır. Ayrıca, öğrencileri gruplandırma ve hem dijital hem de somut kaynakları kullanma konusundaki esneklik, öğretme ve öğrenme sürecini daha da geliştirebilir (Attard & Holmes, 2020).

Öğretmen eğitiminin modelleme sürecini değerlendirme aşamasına bakacak olursak, özellikle matematiksel modelleme bağlamında, birkaç aşamayı içermektedir. Öncelikle geri bildirim, tartışma ve değerlendirme çok önemli bileşenlerdir. Öğretmenler, öğrencilerini uygulama sonuçlarını sunmaları için organize etmekten, fikir alışverişinde bulunmak için grup toplantılarını kolaylaştırmaktan ve bulguları hakkında sonuçlar çıkarmak için veri analizine rehberlik etmekten sorumludur. Bu işbirlikçi yaklaşım, öğretmenlerin öğrencilerin karşılaştığı zorlukları ve güçlü yönleri belirlemesine, böylece sonraki etkinlikleri belirli ihtiyaçlara hitap edecek ve öğrenci gelişimini destekleyecek şekilde uyarlamasına olanak tanır. Değerlendirme aşamasını takiben öğretmenler, öğrencilerin kendi sınıf deneyimlerinden yararlanmalarına ve bulgularını özetlemelerine olanak tanıyarak fikirlerini planlamalıdır. Bu süreç, tartışmaların belgelenmesini ve ders zamanının etkili bir şekilde yönetilmesini içerir. Öğretmenler daha sonra öğrencilerin yeni edindikleri bilgileri farklı bağlamlarda uygulamalarına yardımcı olur, herhangi bir davranış değişikliğini fark etmelerine yardımcı olur ve öğrendiklerini başkalarıyla tartışmak ve kullanmak için ek fırsatlar sağlar. Bu tür stratejiler teorik bilginin pratik becerilere dönüştürülmesini sağlar, böylece öğretmen eğitiminin genel etkililiği artmaktadır. Son adım, dersleri özetlemeyi ve geri bildirim sağlamayı içerir. Öğretmenler dersin içeriğine göre ödev verir ve öğrencilerin karşılaştığı zorluklar ve avantajlar hakkında fikir sahibi olurlar. Bu anlayış, öğretmenlerin uygun etkinlikleri derhal tanıtmasına, öğrencilerin yeteneklerini geliştirmesine ve daha güçlü öğrenci-öğretmen ilişkileri geliştirmesine olanak tanır (Albarracín & Gorgorio, 2020; Ramos Rodríguez vd., 2021; Uyen vd., 2021).

Matematiksel Modelleme ve Problem Çözme

Problem, çözülmesi ya da gösterilmesi gereken fakat nasıl çözüleceği veya gösterileceği eldeki verilerle bir bakışta belirlenemeyen sorun olarak tanımlanabilir (Grouws, 1993). John Dewey problemi, insan zihnini bulandıran, insana meydan okuyan ve inançları karıştıran herhangi bir şey olarak tanımlamaktadır (Baykul, 2002). Olkun ve Toluk (2007) ise problemi, karşılaşıldığında insanda çözme arzusunu uyandıran ve çözüm yönergesi hali hazırda olmayan ancak çözecek insanın bilgi ve deneyimleri çözmesine yardım edebilecek

durumlar olarak tanımlamaktadır. Benzer şekilde, Lester (1983) problemi, çözümü garanti eden veya tamamen belirleyen, kolayca erişilebilir bir prosedürün bulunmadığı ve onunla karşı karşıya olan birey veya grubun bir çözüm bulmayı istediği veya bulma ihtiyacı duyduğu bir görev olarak tanımlamıştır. Problem çözme ise; belirsizliklerin giderilmeye çalışılması ve karşılaşılan güçlüklerin ortadan kaldırılması olarak belirtilmiştir (Gelbal, 1991).

2005 yılı itibariyle yapılandırmacı eğitim anlayışına geçtiğimiz matematik eğitimi öğretmen merkezli anlayıştan çıkıp öğrenci merkezli öğrenme ortamlarına geçiş sağlanmaya başlamıştır. MEB öğretim programlarında her zaman kendisine yer bulan problem çözme Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Öğretim Programı'nda yer verilen beş matematik alan becerisinden biri olarak sayılmaktadır. Problem çözme, eleştirel düşünme, analiz, yaratıcılık ve karar verme dahil olmak üzere bir dizi bilişsel beceriyi kapsayan çok yönlü bir süreçtir. Matematiksel kavramları anlamak ve uygulamak için güçlü bir araç olarak hizmet ettiği, özellikle matematikte öğrenmenin önemli bir bileşenidir. Problem çözme ve öğrenme ayrılmaz bir şekilde bağlantılıdır. Öğrenciler problem çözme etkinliklerine katılarak aktif olarak bilgiyi yapılandırır, matematiksel kavramlara ilişkin anlayışlarını derinleştirir ve temel problem çözme stratejilerini geliştirirler. Bu süreç, formülleri veya prosedürleri ezberlemekten daha derin bir öğrenme düzeyini teşvik eder (Van De Walle vd., 2019).

Matematiksel modelleme ve problem çözme, öğrenciler arasında daha derin matematiksel anlayış ve etkili problem çözme becerilerinin geliştirilmesinde önemli bir rol oynayan, doğası gereği birbiriyle bağlantılı süreçlerdir. Geleneksel, rutin problemler genellikle katı problem çözme kalıplarının gelişmesine yol açarken, standart olmayan veya gerçek dünya problemlerini modelleme faaliyetlerine dahil etmek çeşitli avantajlar sunabilir (Erbaş vd., 2014). Schoenfeld (1992), çalışmasında belirli problem çözme aşamalarında ipucu olarak genel problem çözme stratejilerinin kullanılmasının performansı veya aktarımı iyileştirmede özellikle yararlı olmadığını belirtmiştir. Yapılandırmacı yaklaşım, matematiksel problem çözme becerilerini geliştirmek için modellerin geliştirilmesini, test edilmesini ve iyileştirilmesini içeren modeller ve modelleme kullanılması destekler. Yine yapılandırmacı yaklaşım "yaparak öğrenmenin" önemini vurgulamaktadır. Bu bakış açısı, eserlerin uygulamalı olarak yaratılmasının ve manipülasyonunun matematiksel kavramlarla daha derin bir anlayışa ve etkileşime yol açtığını öne sürmektedir (Basu vd., 2016; Ye vd., 2023).

Standart rutin problemlerde çözüm yapan öğrenciler hangi işlemleri yapacaklarına odaklanırlar. Standart olmayan sözel problemler ise modelleme yapılarak çözülebilen yalnızca matematik işlem becerisi kullanılmasının çok ötesinde, kendine özel durumları olan ve çözüm için yapılan işlemlerin standardı olmayan problemlerdir. Öğrencilerin standart olmayan

problemlerle ne kadar karşılaşırlarsa problem çözme becerileri o kadar gelişecektir (Olkun & Toluk, 2007). Matematiksel modelleme problemleri öğrencilerin matematik ile gerçek dünyayı bağdaştırabilmesi problem çözerken yaşanan gerçek dünya bilgisini askıya alma sorununu çözeceği düşünülebilir. English ve Watters, (2004), tarafından yapılan çalışmada öğrencilerin modelleme problemleriyle çalıştıklarında matematiksel düşünme ile meşgul oldukları ve bu süreçte ihtiyaç duyulan kavramsal argümanları ürettikleri bunun da çocukların matematiksel düşüncesini beslediğini ve belirgin şekilde ortaya çıkardığını ifade etmişlerdir.

Lesh vd. (2003), öğrencilerin yeterlikleri ve kavramsal sistemleri geliştirmelerine yardımcı olmanın etkili yollarından biri olan öğrencilerin yapısal olarak benzer problemlerin olduğu sınıflar yerine paylaşılabilir kavramsal araçları geliştirdikleri, test ettikleri ve iyileştirdikleri gerçek hayattaki problem çözme durumlarının simülasyonlarının kullanıldığı çalışmada şu becerilere odaklanıldığını vurgulamaktadır: (a) çeşitli uzmanlardan oluşan ekipler içerisinde iletişim kurma ve etkili bir şekilde çalışma becerisi; (b) hızla gelişen kavramsal araçları benimseme ve uyarlama becerisi; (c) karmaşık sistemleri oluşturma, tanımlama ve açıklama becerisi; ve (d) karmaşık sistemlerle ilgili problemlerle başa çıkma becerisi şeklinde açıklamıştır.

Matematiksel Modellemede Değerlendirme

Blum vd. (2007) matematiğin her düzeyde öğretilmesi ve öğrenilmesi öğrenci başarısının değerlendirilmesi ile yakından ilgili olduğunu vurgulamaktadır.

Matematiksel modelleme performansını değerlendirmek kolay değildir; çünkü bir problem ne kadar karmaşık ve açık olursa, çözümün kalitesini değerlendirmek de o kadar karmaşık hale gelir. Teknoloji mevcut olduğunda değerlendirme daha da karmaşık hale gelir. Matematik eğitiminde geleneksel olarak kullanılan değerlendirme modlarının modelleme yeterliğini değerlendirmek için tam olarak uygun olmadığına dair birçok gösterge vardır. Bu nedenle, öğretmenlerin, kurumların ve eğitim sistemlerinin kullanabileceği, modelleme yeterliğinin temel bileşenlerini yakalayabilen ve bunların uygulanmasının önündeki engelleri ele alabilen alternatif değerlendirme modlarının araştırılmasına ihtiyaç vardır. Dikkat edilmesi gereken sorular şunlardır: Matematiksel modellemeyi bir ürün olarak değil de bir süreç olarak değerlendirmenin pratik sonuçları nelerdir? Matematiksel modellemeyi deneyimlerken ve öğrenirken öğrencilerin matematik anlayışlarında bir değişiklik varsa bu değişim nasıl değerlendirilebilir? Okul veya üniversitedeki geleneksel derslere matematiksel modelleme uygulandığında mevcut değerlendirme prosedürleri nasıl uyarlanmalıdır? Öğrencilere yönelik merkezi testler uygulandığında, matematiksel modellemenin geçerli bir şekilde değerlendirilmesini ve değerlendirilmesini nasıl sağlayabiliriz? Grup faaliyetleri ve projeleri

kapsamında bireylerin katkıları ve başarıları nasıl güvenilir bir şekilde değerlendirilebilir? Uygulama ve modelleme bileşenleri içeren öğretim programlarının etkililiğinin değerlendirilmesi de aynı şekilde zordur. Matematik programlarına yönelik ortak değerlendirme prosedürleri, matematiği uygulamalar ve modelleme ile birleştiren programlara hangi yollarla aktarılmaktadır.

Matematiksel modelleme sürecinde değerlendirme alan yazınında farklı şekillerde ele alınmış olsa da biz ilk olarak matematiksel modellemeyi amaç olarak gören yaklaşımda modelleme becerilerinin ve yeterliklerinin bütüncül değerlendirmesinden bahsedeceğiz. Alan yazınında araştırmacıların çoğunluğu döngüsel modelleme süreci aşamalarının birbirinde bağımsız olmadığı ve ayrı ayrı değerlendirmenin mümkün olmadığı (Blomhoj & Jensen, 2007; Frejd, 2013) ve bu nedenle modelleme yeterliklerinin bütüncül değerlendirilmesini önermektedir (Henning & Keune, 2007; Niss & Højgaard, 2011).

Borrome Ferri (2006) tarafından önerilen döngüsel matematiksel modelleme sürecini temel alan Tekin-Dede ve Bukova-Güzel (2018), modelleme yeterliklerinin bilişsel boyutta değerlendirilmesinde kullanılabilecek en kapsamlı rubriği geliştirmişlerdir.

Tablo 2. *Modelleme Becerilerini Değerlendirme Rubriği (Tekin-Dede & Bukova-Güzel, 2018)*

Düzyey	Tanımlama
Problemi anlama	
Düzyey 1	Problemi anlamama, verilenleri ve istenenleri belirlememe ve aralarında ilişki kurmama ya da yanlış ilişki kurma
Düzyey 2	Problemi bir ölçüde anlama, verilenleri ve istenenleri bir ölçüde belirleme fakat aralarında ilişki kurmama ya da yanlış ilişki kurma
Düzyey 3	Problemi tamamen anlama, verilenleri ve istenenleri belirleme, aralarında ilişki kurmama ya da yanlış ilişki kurma
Düzyey 4	Problemi tamamen anlama, verilenleri ve istenenleri belirlemede önemsiz hatalar yapma, aralarında ilişki kurmama
Düzyey 5	Problemi tamamen anlama, verilenleri ve istenenleri belirleme ve aralarında ilişki kurma
Sadeleştirme	
Düzyey 1	Problemi sadeleştirmeme, gerekli/gereksiz değişkenleri belirlememe ve yanlış varsayımlarda bulunma
Düzyey 2	Problemi kısmen sadeleştirme, gerekli/gereksiz değişkenleri bir ölçüde belirleme ve yanlış varsayımlarda bulunma
Düzyey 3	Problemi sadeleştirme, gerekli/gereksiz değişkenleri belirleme ve bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlarda bulunma
Düzyey 4	Problemi sadeleştirme, gerekli/gereksiz değişkenleri belirleme ve gerçekçi varsayımlarda bulunma
Matematikleştirme	
Düzyey 1	Matematiksel model(ler) oluşturmama ya da yanlış oluşturma
Düzyey 2	Bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlara dayalı olarak eksik/yanlış matematiksel model(ler) oluşturma
Düzyey 3	Bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlara dayalı olarak doğru matematiksel model(ler) oluşturma
Düzyey 4	Gerçekçi varsayımlara dayalı olarak eksik/yanlış matematiksel model(ler) oluşturma ve bunları birbirleriyle ilişkilendirme
Düzyey 5	Gerçekçi varsayımlara dayalı olarak gerekli matematiksel modelleri doğru oluşturma, bunları açıklama ve birbirleriyle ilişkilendirme
Matematiksel olarak çalışma	
Düzyey 1	Matematiksel çözüm sunmama, oluşturulan modelleri yanlış bir şekilde çözme ya da yanlış matematiksel modeli çözmeye çalışma
Düzyey 2	Eksik/Yanlış oluşturulan matematiksel modellerin çözümünde eksiklikler/hatalar içermeme
Düzyey 3	Eksik/Yanlış oluşturulan matematiksel modelleri doğru çözme
Düzyey 4	Doğru oluşturulmuş matematiksel modellerin çözümünde eksiklikler/hatalar içermeme
Düzyey 5	Doğru oluşturulmuş matematiksel modelleri çözerek doğru matematiksel sonuçlara ulaşma
Yorumlama	
Düzyey 1	Elde edilen matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında yanlış yorumlama ya da yorumlamama
Düzyey 2	Hatalı/Eksik matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik yorumlama
Düzyey 3	Hatalı/Eksik matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında doğru yorumlama
Düzyey 4	Elde edilen doğru matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik yorumlama
Düzyey 5	Elde edilen doğru matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında doğru yorumlama
Doğrulama	
Düzyey 1	Doğrulama yapmama ya da yanlış doğrulama yapma
Düzyey 2	Kısmen doğrulama yapma, belirlenen hataları düzeltmeme
Düzyey 3	Kısmen doğrulama yapma, belirlenen hataları bir ölçüde düzeltme
Düzyey 4	Kısmen doğrulama yapma, belirlenen hataları düzeltme
Düzyey 5	Doğrulama yapma, belirlenen hataları düzeltmeme
Düzyey 6	Doğrulama yapma, belirlenen hataları bir ölçüde düzeltme
Düzyey 7	Doğrulama yapma, belirlenen hataları düzeltme

Tablo 2 incelendiğinde modelleme becerileri için farklı düzeyler belirlenmiştir. Her bir düzeyin gerektirdiği beceriler ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Bu rubriğe göre öğrencilerin her bir beceri için ortaya koyacağı çalışmanın hangi düzeyde olduğu değerlendirilebilecektir.

Matematiksel modellemeyi matematik öğretimi için araç olarak gören yaklaşımlara göre modelleme etkinlikleri öğrencilerin ortaya koyduğu düşünme biçimlerini geliştirerek formel matematiksel kavramlara ulaştırmak için ortam sağlayan araçlar olarak kullanıldığından biçimsel değerlendirme yaklaşımı ön plana çıkmaktadır (Gravemeijer, 2002; Lesh & Lehrer, 2003). Bu kapsamda Diefes-Dux vd. (2012) aşağıda gösterilen model oluşturma etkinliklerinde öğrenci çözümlerini değerlendirme rubriği geliştirmişlerdir.

Tablo 3. Model Oluşturma Etkinliklerinde Öğrenci Çözümlerini Değerlendirme (Diefes-Dux vd., 2012)

Boyut	Alt boyutlar	Açıklama	Puan
Matematiksel Model	Matematiksel model karmaşıklığı	Kullanılan yöntem problemin karmaşıklığını tam olarak ele almaktadır.	4
		Kullanılan yöntem problemin karmaşıklığını orta düzeyde ele alır veya bazı hatalar içerir.	3
		Kullanılan yöntem problemin karmaşıklığını zayıf düzeyde ele alır veya bazı hatalar içerir.	2
		Kullanılan yöntem problemin karmaşıklığını kapsamaktan uzaktır veya önemli hatalar içerir.	1
		Bir model geliştirme konusunda hiçbir ilerleme kaydedilmemiştir. Zayıf bir modele benzeyen bir şey bile ortaya konulmamıştır.	0
	Veri kullanımı	Kullanılan yöntem sonuçları ortaya koymak için sağlanan tüm verileri dikkate alır veya sağlanan bazı verilerin kullanmamayı makul bir şekilde gerekçelendirir.	Doğru 4 Yanlış 3
Hazırlanan matematiksel model ile ilgili yazılı geri dönütlerini burada belirtiniz:			
Tekrar Kullanılabilirlik	Tekrar kullanılabilirlik geliştirilen yöntemin kullanıcı tarafından benzer yeni durumlarda kullanılabilmesi ile ilgilidir. Tekrar kullanılabilir bir yöntem şu özellikleri taşımalıdır: (i) kullanıcının kim olduğunu ve ihtiyaç duyacağı başarı ölçütlerinin ve sınırlılıklarının tanımlanması, (ii) yöntemin kapsayıcı bir tarifi ve (iii) yöntemin kullanımıyla ilgili varsayımları ve sınırlılıkların açıklanması.		
	Tekrar Kullanılabilirlik	Yöntem açıkça tekrar kullanılabilir.	4
		Yöntem tekrar kullanılabilir, ancak bazı parçalar eksik veya açıklanması gerekmektedir.	3
		Yöntem tekrar kullanılabilir değil, parçalarda birçok eksik nokta bulunuyor veya açıklanması gerekmektedir	2
Tekrar kullanılabilirlik ile ilgili yazılı geri dönütlerini burada belirtiniz:			
Değiştirilebilir olması	Bir yöntemin kullanıcı tarafından farklı bağlamlarda kullanmak üzere kolayca değiştirilebilir olmasıdır. Değiştirilebilir bir yöntem (i) yöntemin önemli aşamalarına yönelik kabul edilebilir gerekçelendirmeleri içermeli ve (ii) yöntemin her bir aşamasına özel varsayımların açıkça ifade edilmiş olması gerekmektedir.		

Tablo 3 (Devamı)

Paylaşılabilir olması	Değiştirilebilir olması	Yöntem açıkça değiştirilebilirdir.	4
		Yöntemin bazı aşamalarına yönelik mantıklı gerekçelendirmeler yapılmamış ve/veya bazı varsayımlar yok veya açıklama gerektiriyor.	3,5
		Yöntemin birçok aşamasına yönelik mantıklı gerekçelendirilmeler yapılmamış ve/veya varsayımlar yok veya açıklama gerektiriyor.	3
	Değiştirilebilir olması ile ilgili yazılı geri dönütlerinizi burada belirtiniz:		
	Yöntemin kullanıcılar tarafından uygulanabilir olması ve uygulandığında benzer sonuçların elde edilmesiyle ilgilidir.		
	Sonuçlar	Yöntemin verilenler üzerinde uygulanması ile elde edilen bütün sonuçların istendiği şekilde sunulması	4
		Yöntemin verilenler üzerinde uygulanması ile elde edilen sonuçların sunulmuş, fakat halen sunulmamış sonuçlar var ya da yöntemde tutarlı olmayan sonuçlar mevcut	2
		Sonuçlar mevcut değil ve dolayısıyla yöntem kullanacak olan kişi için asgari gereksinimleri karşılamıyor	1
		Eksik sonuçları belirtiniz. Eksik olan bir sonuç yoksa “bütün sonuçlar verilmiş” olarak not ediniz	
	Kullanıcı tarafından anlaşılır olması	Önerilen yöntem kullanacak olan hedef kitle tarafından nispeten anlaşılır ve tekrar edilebilir durumdadır. Bütün aşamalar açıkça ve detaylı bir şekilde raporlanmıştır.	4
		Önerilen yöntem kullanacak olan hedef kitle tarafından nispeten anlaşılır ve tekrar edilebilir durumdadır. Bazı aşamaları netleştirmek için sonuçlardan ve hesaplama örnekleri ile desteklenmesi gerekmektedir.	3
		Yukarıda bahsedilen seviyeden düşük ve daha çok ayrıntılı açıklamaya ihtiyaç duyulmaktadır.	2
Konu dışı bilgi	Önerilen yöntemde (cevapta) konu ile ilgisi olmayan bilgi sunumu bulunmamaktadır.	Doğru 4	
		Yanlış 3	
Paylaşılır olması ile ilgili yazılı geri dönütlerinizi burada belirtiniz:			

Tablo 3 incelendiğinde Diefes-Dux vd. (2012) model oluşturma prensiplerini (Lesh vd., 2000) baz alarak hazırladıkları değerlendirme rubriği final ürününe ve çözüm raporlarına odaklanmaktadır.

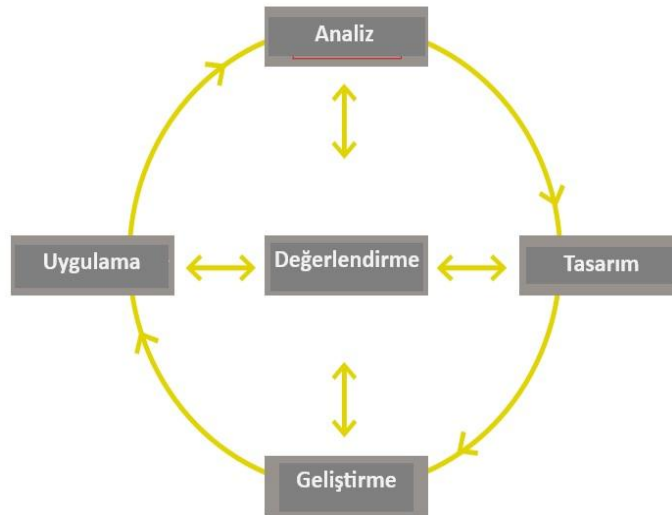
Eğitimde Program Geliştirme

Bu bölüm, eğitimde program geliştirme sürecini; öğretim programı öğelerini, program geliştirme modellerini ve yükseköğretim düzeyinde eğitim programı tasarımını kapsayacak şekilde ele almaktadır. Alan yazınındaki kuramsal çerçeveler ve uygulamaya yönelik yaklaşımlar sistematik bir bakış açısıyla incelenmektedir..

Program Geliştirme Süreci

Program geliştirme, eğitim programlarının temelini oluşturan kapsamlı bir süreçtir. Bu süreç, bir programın amaçlarını belirlemekle başlar ve bu amaçlara ulaşmak gerekli içerikleri, öğretim-öğrenme stratejilerini ve değerlendirme yöntemlerini oluşturmayı ve uygulamaya koymayı içerir. Program geliştirme, statik bir süreçten ziyade, sürekli bir gelişim ve iyileştirme döngüsünü temsil eder (Demirel, 2005; Erden, 1998; Erişen, 1997; Lunenberg, 2011a). Sağlam (2011), program geliştirme sürecini basit anlamda öncelikle programın planlanması, sonra uygulanması ve uygulanan programın değerlendirilmesi süreçleriyle açıklamaktadır. Yaşar (2014) ise, program geliştirmeyi yeni bir program yapmak ile var olan programın geliştirilmesi şeklinde ele alır. Bir programın tasarlanması, uygulanması ve uygulama sonuçlarının değerlendirilmesi ve geliştirilmesi sürecini ile yeni program geliştirme sürecini tanımlarken halihazırda uygulanan bir programın eksikliklerinin ve işlevsiz yönlerinin belirlenmesi ve bu eksikliklerin giderilmesi için araştırma ve değerlendirmeler ışığında programın iyileştirilmesi sürecini ile de var olan program geliştirme sürecini tanımlamaktadır. Program geliştirme süreci boyunca planlama, uygulama ve değerlendirme temel adımlarının her şekilde etkin kılındığı genel kabul görse de Thijs ve Akker (2009) bu aşamaları program geliştirme döngüsü şeklinde ve analiz, tasarlama, geliştirme, uygulama ve değerlendirme basamaklarıyla aşağıdaki şekilde göstermişlerdir.

Şekil 11. Program Geliştirme Döngüsü (Thijs & Akker, 2009)



Döngüsel bir süreçte analiz, tasarım, geliştirme, uygulama ve değerlendirme etkileşimli olarak gerçekleşir. Öğretim programı geliştirme genellikle mevcut ortamın analizi ve önerilen değişiklik veya yenilik için niyetlerin formüle edilmesiyle başlar. Bu aşamadaki önemli faaliyetler arasında sorun analizi, bağlam analizi, ihtiyaç analizi ve bilgi tabanının analizi yer alır. Bu faaliyetlere dayanarak ilk tasarım yönergeleri hazırlanır. Tasarım

gereksinimleri dikkatlice geliştirilir, test edilir ve uygun ve kullanılabilir bir ürüne dönüştürülür. Modeldeki merkezi konumundan da anlaşılacağı üzere değerlendirme bu süreçte önemli bir rol oynamaktadır. Değerlendirme faaliyetleri, kullanıcıların pratik bağlamlarındaki istek ve olasılıklarına ışık tutar ve ürünü pratik ortama uyarlamanın en iyi yolunu ortaya çıkarır (Thijs & Akker, 2009).

Program geliştirme, öğrencilerin kişisel, akademik ve profesyonel gelişimlerini destekleyen kaliteli eğitim almalarını sağlayarak eğitimin temel taşı değerlendirilmektedir. Ishemo vd. (2012) tarafından aşağıda ana hatlarıyla belirtildiği amaçlar için program geliştirme yapılmaktadır:

- Etkili program geliştirme, eğitimcilere açık bir yol haritası sağlayarak, öğretme ve öğrenme etkinliklerinin istenen sonuçlarla uyumlu olmasını sağlar.
- Eğitim programları, bilgiyi daha geniş bir topluma yaymak, bilgili vatandaşlara katkıda bulunmak için hizmet eder.
- Program geliştirme, mevcut bilgi ve uzmanlığın bir nesilden diğerine aktarılmasını kolaylaştırarak toplumun kolektif anlayışını koruyup zenginleştirir.
- İyi tasarlanmış programlar, bireyleri ve toplulukları yeni koşullara uyum sağlamak ve değişimi benimsemek için gerekli bilgi ve becerilerle donatır, dirençliliği ve ilerlemeyi teşvik eder.
- Program geliştirme, bireylerin hedeflerine ulaşmak ve topluma anlamlı katkıda bulunmak için ihtiyaç duydukları spesifik bilgi ve becerilere erişmelerini sağlar.

Eğitim öğretim sürecinin her aşamasının istendik ve planlı bir şekilde ilerlemesi ancak öğretim programıyla mümkün olacaktır. Bu yüzden daha dar bir alanda çalışma ihtiyacını karşılayabilecek olan ve eğitim kurumlarının amaçlarına ulaşabilmek için bir disiplinin öğretiminde, sürecin her ayrıntısını içeren öğretim programları düzeyinde çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır (Yazıcı & Koca, 2014).

Ertürk (1998), program geliştirme sürecini kapsamlı ve sistematik bir döngü olarak tanımlamaktadır. Bu süreç, program tasarımından pilot uygulamalara, değerlendirme ve revizyon aşamalarından nihai yaygınlaştırmaya kadar uzanan bir dizi ardışık faaliyeti içermektedir. Söz konusu süreç temel olarak altı kritik aşamadan oluşmaktadır. Her aşamada yapılan işlemler şu şekilde belirtilebilir:

1. Planlama: Program geliştirme ekipleri oluşturulur ve detaylı bir çalışma takvimi hazırlanır. Bu aşamanın en önemli bileşenlerinden biri, kapsamlı ihtiyaç analizi

alışmalarının sistematik bir şekilde yürütülmesidir. Tüm bu hazırlık faaliyetleri, programın sağlam bir temel üzerine inşa edilmesini sağlar.

2. Tasarlama: Sürecin ikinci aşamasını oluşturan tasarlama evresinde ise programın teorik erevesi şekillendirilir. Bu kapsamda öncelikle öğrenim hedefleri belirlenerek netleştirilir ve bu hedeflere uygun içerikler seçilip organize edilir. Ayrıca, ğrenme deneyimlerinin planlanması ve uygun değerlendirme stratejileri ile araçlarının geliştirilmesi çalışmaları yapılır. Tüm bu süreçlerin tamamlanmasıyla birlikte programın taslak versiyonu ortaya çıkar.
3. Deneme: Program taslağı seçilen pilot okullarda denenir ve programın uygulamadaki performansı hakkında bilgi toplanır.
4. Değerlendirme: Deneme basamağında elde edilen veriler doğrultusunda uygulayıcılara geri bildirim sağlanır. Programın uygulamada eksiklik ve aksaklık gösteren boyutları ve öğeleri belirlenir.
5. Düzeltme: Değerlendirme aşamasında, program taslağında tespit edilen eksiklikler ve aksaklıklar giderilerek programın işlevselliği artırılır. Elde edilen geri bildirimler ve mevcut koşullar doğrultusunda gerekli düzenlemeler yapılarak programa srekliyet kazandırılır. Bu süreç, eğitim programlarının dinamik ve esnek yapısını ortaya koyan önemli bir aşamadır.
6. Yaygınlaştırma: Program geliştirme sürecinin son aşamasında, revize edilen taslak üzerinde gerekli tüm düzenlemeler tamamlandıktan sonra pilot uygulama sonuçları sistematik bir şekilde raporlaştırılır. Bu kapsamlı değerlendirme sürecinin ardından, programın ülke genelinde etkin bir şekilde uygulanabilmesi için gerekli yaygınlaştırma çalışmaları başlatılır. Bu aşama, programın nihai hale gelerek eğitim sistemine entegre edilmesini sağlayan kritik bir dönüm noktasıdır.

Öğretim Programlarının ğeleri

Başarılı eğitimin temelinde etkili öğretme ve öğrenme için bir yol haritası oluşturma süreci olan ğretim programı geliştirme yatmaktadır. Öğretim programının dört temel unsuru hedefler, içerik, öğrenme/öğretme süreçleri (faaliyetler) ve lme ve değerlendirme şeklindedir. Bu dört temel unsur birbirinden ayrı varlıklar değillerdir. Bu unsurlar karmaşık bir şekilde birbirine bağlı ve birbirine bağımlıdırlar. Hedefler içeriğin seçimine rehberlik eder ve bu da öğrenme/öğretme süreçlerinin tasarımı bilgilendirir. lme ve değerlendirme prosedürleri, her üç unsurun da iyileştirilmesini etkileyen geri bildirimler sağlayarak döngüsel bir sürekli iyileştirme süreci oluşturur (Demirel, 2012).

Hedefler. Hedefler, program sonunda öğrenciye kazandırılması beklenen seçilmiş istendik özelliklerdir ya da yetiştirilecek öğrencide bulunması amaçlanan ve eğitim yoluyla kazandırılabilen özelliklerdir (Sağlam, 2008). Sönmez (2012) ise hedefleri “Varılmak istenen nokta” olarak açıklar ve hedef belirleme sürecinde varılması beklenen noktaların belirtilmesi gerektiğini savunur. Bloom vd. (1956) eğitim hedeflerini, öğrenme deneyimleri sonucunda öğrencilerin duygu, düşünce ve davranışlarında arzu edilen değişiklikler olarak tanımlamaktadır. Bu tanımdan yola çıkarak eğitim hedeflerini belirlerken aşağıdaki sorulara odaklanılmalıdır (Bloom vd., 1956):

- Öğrencilerin mevcut gelişim düzeyleri ne durumdadır?
- Öğrencilerin ilgi alanları nelerdir?
- Öğrencilerin ihtiyaçları nelerdir?

Bloom vd. (1956), hedefleri bilişsel, duyuşsal ve psikomotor olarak sınıflandırırken, Anderson vd. (2001) ise hedefleri; kapsam, zaman boyutu, işlev ve kullanım açılarına göre *genel hedefler*, *eğitim hedefleri* ve *öğretim hedefleri* olarak üç ayrı gruba ayırırlar. Bu sınıflandırmada kapsamı en dar olan öğretim hedefleri iken eğitim hedefleri ortalama bir kapsama sahiptir. En geniş kapsamlı olan genel hedefler olup zaman bakımından bir veya daha fazla yıl için belirlenen hedeflerdir. Eğitim hedefleri vizyon sağlama amacıyla belirlenirken, eğitim hedefleri haftalar ya da aylar sürecek bir zaman dilimi için öğretim programı tasarısı hazırlama işlevi görür. Kapsam olarak en dar olan öğretim hedeflerinde bir ya da birkaç saatlik ders zaman alacak hedeflerde ise amaç ders planlarının hazırlanmasıdır (Anderson vd., 2001).

Hedeflerin davranışlar hedefler olarak sunulması gerekir. Davranışsal hedefler, öğrencilerin bir öğretim ünitesinin sonunda neler yapabileceklerini açıklayan spesifik, ölçülebilir ifadelerdir. Tüm eğitim sürecinin temelini oluştururlar. Davranışsal hedefler, öğretmenlerin istenen sonuçlara doğrudan hitap eden öğrenme deneyimlerini tasarlamalarına yardımcı olur, öğrenci başarısını ölçen değerlendirmeler oluşturmak için açık bir çerçeve sağlar ve hem öğrencilere hem de öğretmenlere başarının ne olduğunu anlama konusunda fayda sağlar (Bümen, 2006; Wiles & Bondi, 2007). Hedeflerin sınıflandırılması kadar aşamalı olarak belirlenmesi de oldukça önemlidir. Bloom'un Taksonomisi, davranışsal amaçları aşamalı olarak sınıflandırarak hem öğretmenlerin hem de öğrencilerin öğrenme sürecinde daha net bir yol haritası çizmelerine yardımcı olur (Demirel, 2006).

Hedeflerde olması gereken özellikler ile hedef belirlerken ve yazılırken dikkat edilmesi gereken noktalar alan yazını incelenerek Tablo 4’te özetlenmiştir (Büyükkaragöz, 1997; Demirel, 2008; Erden, 1998; Ertürk, 1998; Sönmez, 2012; Varış, 1988).

Tablo 4. Hedeflerin Taşınması Gereken Özellikler

İhtiyaca dayalılık	İhtiyaçlara göre belirlenmeli, öğrenci ve toplum ihtiyaçlarına cevap verecek şekilde olmalıdır.
Kenetlilik	İçerikle ilişkili olmalı ve içerikten soyutlanmamalıdır.
Tutarlılık	İlgili olduğu alanın öğretim alanlarına, basamaklarına uygun olmalı ve bunlarla çelişmemelidir.
Süreklilik	Birbirini destekler nitelikte olmalı ve içeriğe uygun bir sıra izlemelidir.
Ulaşılabilirlik	Gözlenebilir ve ölçülebilir biçimde sürecin sonunda gerçekleştirilebilir olmalıdır.
Davranışa dönüklük	Sürecin sonunda öğrenciden beklenen davranış ve özellikler ifade edilmeli, öğrenme özelliğini belirtecek nitelikte olmalıdır.
Açık-seçiklik	Açık bir biçimde ifade edilmeli ve anlaşılır olmalı, herkes tarafından aynı şey anlaşılmalıdır.
Sınırlılık	Belli bir kapsamda ve belirlenen kapsam ile sınırlı olmalıdır.
Genellik	Bir davranış grubuna ve örüntüsüne işaret etmeli ve aynı zamanda genelleme yoluyla öğrenmeye imkân verecek kadar genel olmalı, öğrenciyi yönlendirecek kadar özgün olmalıdır.
Bitişiklik	Birbirini tamamlayıcı ve kendi içerisinde bir bütünlüğü olmalıdır.
Ürüne dönüklük	Hedefler öğrenme ürününü dile getirmelidir.

Bologna Süreci ile ön plana çıkan ve hedeflerin program içerisindeki önemli görevine kıyasla daha çok öğrencinin başarı durumuna odaklanan “öğrenme çıktısı” kavramından da kısaca bahsetmek gereklidir. *Öğrenme çıktıları* planlı, düzenli öğrenme-öğretme yaşantıları yoluyla bireylere kazandırılması düşünülen bilgiler, yetenekler, beceriler, tutumlar, ilgiler ve alışkanlıkların ifadesidir (Erdem, 2018). Özenle hazırlanarak ifade edilen bir öğrenme çıktısının, öğrencilerin beklenen başarıyı ve başarı durumunun hangi şekilde değerlendirileceği hakkında fikir sunması beklenir (Cochrane, 2009).

İhtiyaç Belirleme. İhtiyaç genellikle "olan" ya da ilgilenilen grup ve durumla ilgili mevcut durum ile "olması gereken" ya da arzu edilen durum arasındaki bir tutarsızlık ya da boşluk olarak kabul edilir. İhtiyaç belirleme belirli bir ihtiyaca özel o ihtiyaca odaklanmış bir değerlendirme olarak tanımlanabilir (Witkin & Altschuld, 1995). İhtiyaç analizi, program geliştirme ve program değerlendirme süreçlerinde oldukça önemli bir yere sahiptir. İhtiyaç analizi, öğretim programı geliştiricilerinin toplumun sorunlarına bakmalarını sağlayan bir araçtır. Okullar hedeflenen amaçlara ulaşmak için geliştiriciler tarafından kullanılan okulların amacı ile öğretim programı arasındaki ayrım yapılmasına yardımcı olan bir süreçtir (English & Kaufman, 1975).

Witkin ve Altschuld (1995) tarafından her biri farklı hedef gruplarla ilişkilendirilen üç ihtiyaç seviyesi belirlenmiştir. Bunlar; *birincil seviye*, hizmetlerin doğrudan alıcısı veya alıcısı olacak bireylerden oluşur. Hizmetler, yüksek öncelikli bir ihtiyacı gidermek için geliştirilen bir programın sonucu olacaktır. Bu hedef gruplara örnek olarak öğrenciler, müşteriler ve aboneler örnek verilebilir. *İkincil seviye*, birincil seviyeye hizmet sunan bireyler veya gruplardan oluşur ve bazen ikincil seviye, birincil seviye hedef gruplarına sağlanan bir tedaviye atıfta bulunmak için kullanılır. Örnek olarak öğretmenler, sosyal hizmet uzmanları, danışmanlar, sağlık uzmanları, kütüphaneciler, politika yapımcıları verilebilir. *Üçüncül seviye* ise kaynaklara ve çözümlere yönelik girdilere odaklanır. Bu ihtiyaç düzeyine örnek olarak binalar, tesisler, sınıflar, ulaşım sistemleri, maaşlar ve sosyal yardımlar, program dağıtım sistemleri ve benzerleri verilebilir.

İhtiyaç analizinin kaç aşamada gerçekleşeceği ile ilgili farklı görüşler mevcuttur. Porche'e (2004) göre *analiz öncesi*, *analiz* ve *analiz sonrası* olmak üzere üç aşamadan oluşurken, Demirel'e (2008) göre *hazırlık*, *bilgi toplama*, *bilgilerin analizi*, *bilgilerin rapor edilmesi* ve *bilgilerin kullanılması* olmak üzere beş aşamadan oluşur.

Eğitim ihtiyaçları genellikle dört temel yaklaşımla tanımlanır. *Farklar yaklaşımı*, ihtiyaçları ortaya çıkarmak için gözlemlenen performansı beklenen performansla karşılaştırır. Örneğin, bir grubun belirli niteliklere sahip olup olmadığını değerlendirmek için bir test uygulamak ve ardından herhangi bir boşluğu tespit etmek, bu yaklaşımın uygulanmasını ortaya çıkarır. *Demokratik yaklaşım*, çoğunluğun değerlerini ve istenen değişiklikleri dikkate almayı içerir. Çoğunlukla baskı veya referans grupları olarak adlandırılan, demokratik temsilciler olarak hizmet veren kuruluşlar veya topluluklar önemli bir rol oynamaktadır. Bu yaklaşım, birçok bireyin ihtiyaç değerlendirme sürecine dahil edilmesi, kişilerarası ilişkilerin ve topluluk entegrasyonunun desteklenmesiyle karakterize edilir. Bazen gruplar, hedef kitlenin eğitim ihtiyaçlarını izleyicinin kendisinden daha iyi anlayabilir. Katılımcı bir yaklaşım benimseyen bu yöntemde, anketler, görüşmeler ve odak grup çalışmaları gibi araçlarla veriler toplanır. Örneğin, bir okulda uygulanacak yeni bir öğretim programı belirlenirken, öğrencilerin, öğretmenlerin ve velilerin görüşleri alınarak demokratik bir karar süreci oluşturulur. *Analitik yaklaşım*, ulusal ve uluslararası değişimlerle ilgili eğilimlerin incelenmesini ve potansiyel gelecek senaryolarına dayalı olarak ihtiyaçların belirlenmesini içerir. Örneğin, teknolojinin hızla gelişmesiyle birlikte, eğitim sisteminin de bu gelişmelere ayak uydurması gerekmektedir. Bu nedenle, gelecekteki iş hayatında ihtiyaç duyulacak beceriler belirlenerek, eğitim programları buna göre şekillendirilir. *Betimleyici yaklaşım*, mevcut durumu olduğu gibi gözlemleyerek ve analiz ederek ihtiyaçları belirler. Gözlem, doküman analizi ve performans değerlendirme gibi yöntemler kullanılarak,

bireylerin veya grupların güçlü ve zayıf yönleri tespit edilir. Örneğin, bir işletmede çalışanların performans değerlendirme sonuçlarına bakılarak, eksiklikleri belirlenir ve bu eksiklikleri gidermek için eğitim programları düzenlenir. Araştırmada betimleyici ihtiyaç analizi yaklaşımı benimsenmiştir.

Bu yaklaşımlar çerçevesinde program geliştirme sürecinde ihtiyaçları belirlemek için görüşme, gözlem, anket, Delphi, ölçme araçları-testler, Progel (Dacum) ve doküman incelemesi teknikleri kullanılmaktadır (Demirel, 2012; Ertürk, 2013; Mcardle, 2010; Noe, 2009).

Görüşme, bireylerden veya gruptan bilgi almak amacıyla yapılan konuşmalar şeklinde tanımlanabilir (Berg, 2001; Gay vd., 2012; Given, 2008). Konuya, zamana ve kişilere bağlı olarak yapılandırılmış ve yapılandırılmamış olmak üzere iki şekilde uygulanır. Görüşme formu hazırlanmış şekilde ise yapılandırılmış, sorular hazırlanmamış ve görüşme sürecinin gidişatına göre yapılırsa yapılandırılmamış görüşme olarak adlandırılır. Araştırmacının kendi gözlemleyemediği konuyla ilgili ve tecrübeli kimselerin görüşleri alınmak için yapılır (Stake, 2010).

Gözlem, doğrudan bilgi edinme amacıyla, görme ve işitme duyularının kullanılarak bir olay, nesne, kişi veya gerçek durumdan sistemli bilgi toplanmasıdır (Given, 2008).

Anket, belirli bir araştırma grubunun yanıtlaması için tasarlanmış standartlaştırılmış bir öz-bildirim ölçme aracıdır. Bu yöntem, hedef popülasyonun veya örneklemin tüm üyelerinden sistematik ve nicel verilerin toplanmasını mümkün kılan yapılandırılmış bir veri toplama tekniğidir. (Gay vd., 2012). İyi bir ankette sorular amaca hizmet etmeli, her soru tek soru olmalı, sorular tüm cevaplayıcılar tarafından aynı şekilde anlaşılmalı, sorular kısa ve basit olmalı, sorular birbirleriyle tutarlı olmalı, varsayımlara dayalı soru sorulmamalı, karmaşık ve birden fazla anlama gelen sorulardan kaçınılmalıdır (Baş, 2013).

Delphi tekniği, farklı fikirlerin sınıflandırılıp görüş birliğinin sağlanması amacıyla konuyla ilgili uzman grubunun dikkatlice tasarlanmış sıraları sorularla yapılan bilgi toplama aracıdır (Arsal, 1998; Reeves & Jauch, 1978). Eğitim ihtiyaçlarının belirlenmesinde, eğitim politikalarının hazırlanmasında uzmanlık gerektiren düzeyde nitelikli bilgiye ihtiyaç duyulduğunda ve bunun için yeterli zamanda varsa Delphi Tekniği kullanılır (Semerci & Semerci, 2001).

Ölçme araçları-testler, katılımcıların bilişsel ve duyuşsal becerilerini, yeteneklerini, öğrenme eksikliklerini belirlemek amacıyla yapılan sınavlar, tutum, bilişsel ve yetenek ölçekleri gibi araçlardır (Demirel, 2006).

Progel (Dacum), bir mesleği yürütürken gerekli olacak becerileri tanımlamaya yarayan, kısa sürede etkili çıktılar elde etmek ve ilgili işteki deneyimli kişilerden bilgi alınması şeklinde gerçekleştirilen beceri testi geliştirmede ve eğitim-rehberlik çalışmalarında kullanılan tekniktir (Norton, 1997; Witkin & Altschuld, 1995).

Doküman incelemesi, ihtiyaçların belirlenmesinde mektup, otobiyografi, günlük, çalışan bilgileri, öğrenci kayıt ve raporları, kurum bilgileri, film ve video gibi kişisel veya resmi belgeler aracılığıyla, araştırılmak istenen olay veya olgular hakkında bilgi içeren yazılı ve görsel materyallerin analiz edilmesidir (Yıldırım & Şimşek, 2011). Araştırmamızın ihtiyaç analizi basamağında görüşme (yarı yapılandırılmış) ve doküman incelemesi tekniklerinden yararlanılmıştır.

İçerik. Öğrencilerin kazanmasının beklendiği bazı bilgi ve yeterliklerle ilgili konu alanları olarak tanımlanan (Lunenburg, 2011) içerik, eğitim programlarının en etkili ve temel bileşeni olarak algılandı ve sıklıkla programın kendisiyle eş tutuldu. Bu çerçevede, öğretim programı kavramı, içeriğin baskın unsur olduğu bir program olarak anlaşıldı. İçerik bu bakış açısından temel unsur olarak kabul edilmesine rağmen, ihmal edilmiş bir yön olarak kaldı. Bu ihmalin temel nedeni, diğer program bileşenlerine kıyasla içerikle ilgili araştırma ve incelemenin eksikliğidir. Günümüz dünyasında içerik, öğrenciyi hedeflerine yönlendiren bir araç olarak görülüyor (Dirlik, 2015). İçerik, hedef davranışların edinilmesini kolaylaştırmak için tasarlanmalıdır. Birimler ve konular buna göre yapılandırılmalıdır. Bu anlamda, içerik bu hedeflere ulaşmanın bir yolu olarak görülebilir. Ancak eğitim sistemimizin yaygın bir sorunu, içeriğin genellikle hedeflerden daha ön plana çıkarılmasıdır (Sönmez, 2012).

İçeriğin belirlenmesinde toplumsal ve bireysel faydanın sağlanması, öğrenciler için bir anlam ifade etmesi, geçmiş deneyimlerden faydalanılan ve günümüz yeterliklerine uygun olması beklenmektedir (Varış, 1994). İçerik hem kendi içinde hem de bölümler arasında, basit olandan karmaşığa doğru bir ilerleme ve önceden edinilen bilgi üzerine inşa edilerek sıralanmalıdır. Yıllık düzeydeki hedefler içerikten bağımsız olarak düşünülmemelidir. Aksine, hedefler içeriğe dahil edilecek konuları belirlemelidir. İçerik hazırlama süreci eğitimciler için kritik bir görevdir. İçeriğin hedef davranışlarla uyumlu olması, basit olandan karmaşığa doğru ilerlemesi, sanatsal beceriler ve felsefi bilgiyle zenginleştirilmesi, öğrencilerin mevcut seviyelerine uygun olması ve kendi içinde tutarlılık göstermesi beklenir. Ayrıca, içerik belirlenirken materyal organizasyonu, soyutlama, görsel düzenleme, çıkarım yapma ve şema ilkeleri dikkate alınmalıdır (Sönmez, 2012).

İçerik betimleyici ve normatif olmak üzere iki ana başlık altında incelenebilir. Gerçeklerden ve ilkelerden oluşan içerik "betimleyici içerik" olarak tanımlanır. Gözlemlenebilir ve nicel olarak ifade edilebilir olaylarla ilgilidir. Başka bir deyişle, betimleyici içerik yasalara ve ilkelere atıfta bulunur. Betimleyici içeriği anlamak için örnek olarak fiziksel yasalar verilebilir. Bu tür betimleyici içerik, insanlara ne yapmaları gerektiğini söylemek yerine, yalnızca gerçeklerle ilgilenir ve onları tanımlar. Öte yandan değer yargıları, standartlar ve normlar "normatif içerik" ile ilgilidir. Eylemlerin nasıl gerçekleştirilmesi gerektiğine ve insanların tercihlerine ilişkin açıklamalar sağlarlar. Sanat, edebiyat, politika ve felsefe alanları ile ilgili içerikler normatif içeriklere örnek olarak verilebilir (Dirlik, 2015).

İçerik öğretilmesi planlanan bilgi olarak ta düşünülebilir. Bu bağlamda içerikte verilmesi planlanan bilgi için Anderson vd. (2011), dört gruptan oluşacak sınıflandırma yapmışlardır. *Olgusal bilgi*, öğrencilerin bir konu alanında bilmesi gereken temel ve zorunlu bilgileri kapsar. Bir dersle ilgili terimlerin bilgisi ve belirli ayrıntılar ve öğelerin bilgisi bu kategoriye girer. *Kavramsal bilgi*, bir bilgi gövdesinin her bir ögesinin birlikte çalışmasını sağlayan ilişkilerin bilgisini ifade eder. Bunlara sınıflandırma ve sıralama bilgisi, ilkeler ve genellemeler bilgisi ve teoriler, modeller ve yapılar bilgisi dahildir. *İşlemsel bilgi*, bilginin nasıl kullanılacağı veya uygulanacağı bilgisini, araştırma yöntemlerini, algoritmaları, teknikleri ve yöntemleri içerir. Bir alandaki belirli beceriler ve algoritmalar bilgisi, alanla ilgili teknikler ve yöntemler bilgisi ve uygun yöntemlerin nasıl kullanılacağını gösteren ölçüt bilgileri bu grupta yer alır. *Üstbilişsel bilgi*, bir bireyin kendi bilişinin ve bilgi düzeyinin farkındalığıyla ilgili bilgi türünü ifade eder. Bir bireyin kendisi hakkındaki bilgisi, stratejik bilgisi ve bilişsel görevleri hakkındaki bilgisi üstbilişsel bilgiyi ifade eder.

Öğrenme Öğretme Süreçleri. Öğrenme-öğretme süreçleri, öğretim programı geliştirme çalışmalarının uygulama boyutunu temsil eder. Bu aşamada, öğrencilerin hedef davranışları edinmelerini sağlayacak öğrenme yaşantılarının planlanması ve organize edilmesi üzerinde odaklanılır. Hedeflenen davranış değişikliklerinin gerçekleşebilmesi, ancak eğitim süreçlerinin bilimsel ilkelere uygun şekilde tasarlanmasıyla mümkündür. Bu bağlamda, öğrenme yaşantılarının düzenlenmesinde belirli pedagojik ölçütlerin gözetilmesi ve öğrenme mekanizmalarının iyi anlaşılması kritik önem taşımaktadır. Eğitim ortamlarının, öğrenciler açısından bir öğrenme yaşantıları sistemi, öğretmenler açısından ise bir öğretim süreçleri sistemi olarak kurgulandığı görülmektedir. Bu düzenlemeler temelde iki boyutta ele alınabilir: öğrenci merkezli tasarım ve öğretmen merkezli planlama. Programın öğrenci odaklı bir yaklaşım sergileyebilmesi için, öğretim etkinliklerinin belirlenen hedeflerle tam uyum içinde olması, titizlikle planlanması ve öğrencilerin aktif katılımını sağlayacak çeşitli öğrenme deneyimlerini içermesi gerekmektedir (Demirel, 2012).

Öğretim programı geliştiricilerinin tasarım aşamasında öğretim yöntemleri ve tekniklerini belirleyip belirlememeleri gerektiği literatürde tartışma konusu olmaya devam etmektedir. Aslında, öğretmenlere uzmanlık alanlarında öğretim programı uygularken program okuryazarlıklarını göz önünde bulundurarak kullanmaları gereken öğretim yöntemleri, teknikleri ve etkinlikleri hakkında bilgi veren bir rehber sağlamak faydalı olacaktır. Bu rehber, öğretmenlerin rasyonel ve mantıklı seçimler yapmasına yardımcı olmalıdır. Öğrenci grupları arasındaki farklılıklar ve öğrenme nitelikleri, uygulanacak öğretim yöntemleri veya tekniklerinin seçimini etkiler. Öğretim programı planlayıcıları ve tasarımcıları, öğretmenleri öğretim yöntemleri hakkında bilgilendirmeli ve öğretmenlerin seçimlerini kısıtlamadan öğrenci öğrenme çıktılarına fayda sağlayacak olanları dikkatlice seçmelerine izin vermelidir. Öğretmenler, en iyi sonuçlar için öğretim ve öğrenme yöntemlerinin etkili bir şekilde uygulanmasından sorumludur (Sönmez, 2012).

Eğitim durumları hedeflere, öğrencilere ve içeriğe göre düzenlenmelidir. *Giriş* aşamasında, dikkat çekme, motivasyon, ön bilginin ön değerlendirmesi ve hedef hakkında bilgilendirme gibi etkinlikler bireyi öğrenmeye hazırlamak için tasarlanır. *Gelişme* aşamasında, bireyin davranışlarını değiştirmek ve öğrenmeyi kolaylaştırmak için kapsamlı etkinlikler tasarlanır. Bu aşamada ipuçları, geri bildirimler, düzeltmeler ve pekiştirmeler kullanılır. *Sonuç* aşamasında, öğrenmeyi kontrol etmek için özet, inceleme ve değerlendirme etkinlikleri hazırlanır (Demirel, 2012; Varış, 1994).

Ölçme ve Değerlendirme Süreci. Program geliştirmenin son aşaması olan değerlendirme sürecinde geliştirilen programın işlevselliği ve etkililiği ile ilgili sonuçlara odaklanılır. Program geliştirme sürecinin bu aşamasında “Test ve diğer değerlendirme araçları kullanılarak öğrenme yaşantılarının etkililiği nasıl değerlendirilmelidir?” sorusuna cevap aranmalıdır (Tyler, 1949). Anderson ve diğerleri ise eğitimdeki lme ve değerlendirmeyi, öğrencilerin süreç boyunca öğrendiklerinden ne kadarının süreç başında hedef olarak belirlediklerimizden oluştuğunu anlamaya yaradığını belirtirler. Bu tanım dolayısıyla değerlendirmenin iki amacı vardır. Biçimlendirici (formative) değerlendirme, öğrencilerin öğrenme ilerlemesini izlemek için dönem boyunca yapılır. Öte yandan, özetleyici (summative) değerlendirme, dönem boyunca gerçekleşen öğrenmenin "zet veya toplam" düzeyini belirlemek için dönemin sonunda yapılır. Biçimlendirici değerlendirmelerin daha esnek kuralları vardır ve sınıf içi sorular, öğrencilerin gözlemlenmesi, ödevler ve kısa sınavlar gibi çeşitli kaynaklara dayanır. Öte yandan, özetleyici değerlendirmelerin daha katı kuralları vardır ve testler, projeler ve raporlar gibi kaynaklara dayanır. Bu değerlendirmeler, eğitim sürecinin içsel olarak kabul edilir. Okul dışında yapılan dış değerlendirme, öncelikle ğretmen performans test programlarına ve performans değerlendirmelerine dayanır. Öğretim sürecine katılmadıkları için dış değerlendirmeler olarak sınıflandırılırlar (Anderson vd., 2001).

Anderson vd. (2001) değerlendirme ve ğretim hedefleri arasındaki uyuma dikkat ekerler. Bu uyumun iki temel nedeni vardır. Birincisi, değerlendirme ğretim hedefleriyle uyumlu olduğunda, öğrencilerin bilgi ve bilişsel süreçleri hakkında fikir edinme şansı daha yüksektir. İkincisi, eğitim sürecine dahil olan birçok ğrenci değerlendirme yoluyla hedefleri anlama fırsatına sahip olacaktır. Bunun nedeni, değerlendirmenin bir öğrencinin alacağı notu göstermesidir. Anderson vd. vurguladığı gibi, ğretim süreçleri ile değerlendirme yöntemleri arasında pedagojik bir uyum bulunması esastır. Geleneksel eğitim paradigmasında, ğretim hedefleriyle birebir örtüşen değerlendirme araçlarının geçerli ölçümler sağladığı öngörülmektedir. Bununla birlikte, ağdaş eğitim araştırmacıları, değerlendirmelerin geçerliliğinin teorik olarak ne öğretilmesi gerektiğiyle değil, pratikte sınıf ortamında gerçekte ne öğretildiği ve ne öğrenildiği temelinde değerlendirilmesi gerektiğini ileri sürmektedir.

Eğitim amaçlarının ne ölçüde gerçekleştirildiğine ilişkin bilgi veren değerlendirme süreci, her programın amacına ve özelliklerine göre değişmektedir. Program belirli konuları öğretmeyi amaçlıyorsa başarıya dayalı değerlendirme yapılır. Katılımcıların programın etkililiğini belirlemek için hazırladıkları raporların incelenmesine dayanan değerlendirmeye program değerlendirmesi denir. Programın değerlendirme boyutu, program geliştirmenin diğer boyutlarıyla birlikte uyum içinde geliştirilmelidir. Program boyutları birbiriyle

bağlantılıdır. Çünkü içeriklerin amaçlara göre yanlış ve uygunsuz seçilmesinden veya öğretim sürecinin yetersizliğinden kaynaklanan sorunlar değerlendirme sürecini olumsuz etkilemektedir (Küçükahmet, 2009).

Eğitimde Program Geliştirme Modelleri

Program geliştirme modelleri ve tasarım yaklaşımları Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5. Program Tasarım Yaklaşım Türlerinin Karşılaştırılması (Karacaoğlu, 2011)

	Tasarımlar	Öğretimin program vurgusu	Felsefi temeli	Kaynağı
KONU MERKEZLİ	Konu Tasarımı	Bölünmüş konular	Esasicilik Daimicilik	Bilgi, bilim
	Disiplin tasarımı	Bilimsel disiplinler	Esasicilik Daimicilik	Bilim, bilgi
	Geniş alan tasarımı	Disiplinler arası konular ve bilimsel disiplinler	Esasicilik İlerlemecilik	Bilgi, toplum
	Karolasyonel tasarım	Ayrılmış konuların her birinin tanımı korunarak ilişkilendirilen disiplinler	İlerlemecilik Esasicilik	Bilgi
	Süreç tasarımı	Çeşitli disiplinlerin yöntemsel bilgisi, bilgi işleme ve düşünmenin genel yolları	İlerlemecilik	Psikoloji, bilgi
ÖĞRENEN MERKEZLİ	Çocuk merkezli	Bireyin ilgi ve ihtiyaçları	İlerlemecilik	Birey
	Yaşantı merkezli	Deneyimler ve bireyin ilgileri	İlerlemecilik	Birey
	Radikal tasarım	Deneyimler ve bireyin ilgileri	Yeniden kurmacılık	Birey, toplum

Tablo 1 (Devamı)

SORUN MERKEZLİ	Hümanistik tasarım	Deneyimler, ilgiler, birey ve grubun ihtiyaçları	Yeniden kurmacılık Varoluşçuluk	Psikoloji, birey, toplum
	Yaşam şartları	Sosyal problemler	Yeniden kurmacılık	Toplum
	Çekirdek tasarım	Sosyal problemler	Yeniden kurmacılık, ilerlemecilik	Birey, toplum
	Toplumsal sorunlar ve yeniden kurmacı	Toplumsal problemlerine odaklanma	Yeniden kurmacılık	Toplum, sonsuz doğrular

Program geliştirme modelleri genel olarak teknik ve teknik olmayan yaklaşımlar olarak kategorize edilebilir. Tyler'ın modeli gibi teknik modeller, öğrenme süreçlerinin rasyonel ve sistematik planlanması ve değerlendirilmesini vurgular. Bu modeller önceden belirlenmiş öğrenme çıktılarına öncelik verir ve bu çıktıları elde etmek için öğretim materyalleri ve etkinlikleri tasarlar. Öte yandan, teknik olmayan veya bütünsel yaklaşımlar

öğrenmeyi daha kişisel ve anlamlı bir deneyim olarak görür. Örneğin, öğrenci merkezli ve yapılandırmacı modeller, öğrencileri bilginin aktif oluşturucuları olarak konumlandırır. Bu modellerde, öğrencilerin deneyimleri, ilgi alanları ve çeşitli öğrenme stilleri ön plandadır. Çağdaş program geliştirme modelleri, teknoloji entegrasyonu ve kişiselleştirilmiş öğrenme gibi güncel eğilimleri birleştirerek sürekli olarak gelişmektedir. Gelecekte, yapay zeka ve büyük veri gibi teknolojilerin program geliştirme süreçlerinde daha önemli bir rol oynaması bekleniyor. Bu, bireysel öğrencilerin ihtiyaçlarını daha iyi karşılayan ve potansiyellerini en üst düzeye çıkaran daha esnek ve dinamik öğrenme ortamlarının yaratılmasını sağlayacaktır (Ornstein & Hunkins, 2009).

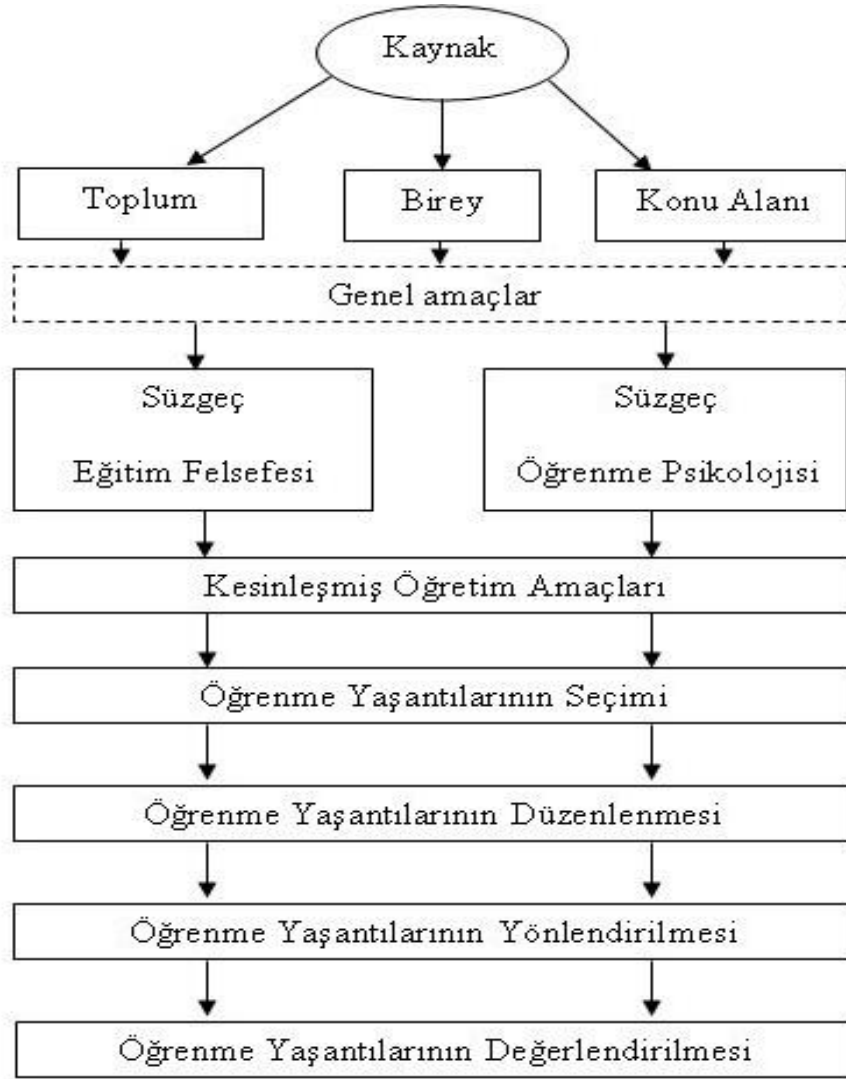
Program geliştirme modellerinden Tyler Modeli, Taba Modeli, Taba- Tyler Modeli, Sistem Yaklaşımı Modeli, Eisner Program Geliştirme Modeli, Kerr Modeli, MEB Program Geliştirme Modeli ile Demirel'in Program Geliştirme Modeli incelenecektir.

Tyler modeli, Tyler'ın program geliştirme modeli en bilinen modellerden biridir. Tyler'a (2014) göre, bir öğretim programı veya öğretim planı geliştirirken dört temel soru sorulmalıdır:

1. Okulun ulaşması gereken eğitim hedefleri nelerdir?
2. Bu hedeflere ulaşmak için hangi eğitim deneyimleri sağlanmalıdır?
3. Bu eğitim deneyimleri en etkili şekilde nasıl organize edilebilir?
4. Hedeflere ulaşıp ulaşılmadığı nasıl belirlenebilir?

Tyler yukarıdaki sorularıyla bir eğitim programı tasarısının dört ana bileşenine vurgu yapmaktadır. Tyler'ın modeli aşağıdaki gibi görselleştirilebilir (Ornstein & Hunkins, 2009). Tyler modelinde toplum, birey ve konu analı olan kaynaklardan elde edilen bilgiler ile genel amaçlar belirlenir. Belirlenen bu genel amaçlar eğitim felsefesi ve öğrenme psikolojisi süzgeçlerinden geçirilir ve kesinleşmiş öğretim amaçları oluşturulur. Sonrasında öğrenme yaşantılarının seçimi, düzenlenmesi, yönlendirilmesi ve değerlendirilmesiyle sona ermektedir.

Şekil 12. Tyler Modeli (eğitimbilimleriotlari.com sitesinden edinilmiştir.)



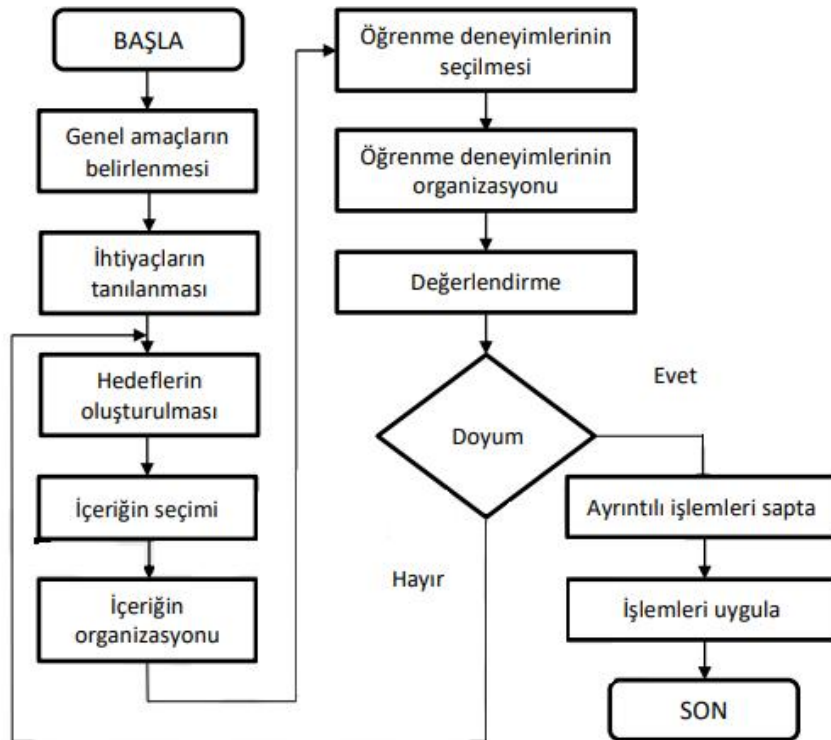
Taba modeli, Taba'nın tümevarım yaklaşımının benimsediği ve genel amacı öğrencilerin kavrayarak öğrenmelerini sağlamak ve kritik düşünme becerilerini geliştirmek olan modeli yedi aşamadan oluşmaktadır. Taba araştırmacıları, öğretmenleri ve yöneticileri program geliştirmeleri konusunda geliştirecek esnek ve yenilikçi bir modeli benimsemiştir. (Laanemets & Kalamees-Ruubel, 2013; Olivia, 1997). İhtiyaçların belirlenmesiyle başlayan Taba modelinde daha sonra amaçlar belirlenir, içerik seçilip düzenlenir, öğrenme yaşantıları seçilir, öğrenmelerin ne kadar ve nasıl olduğu değerlendirilerek son olarak program öğelerinin sırası ve ilişkileri kontrol edilir. Şekil 13'te Taba modeli görselleştirilmiştir.

Şekil 13. Taba Modeli



Taba-Tyler modeli, öğrenme-öğretme sürecinin merkezinde öğrencinin yer aldığı rasyonel planlama modeli olarak da isimlendirilen, Taba'nın program geliştirme modelindeki tümevarım yaklaşımı ile Tyler'ın program geliştirme modelinde ifade ettiği program öğelerinin benimsenmesi biçiminde ortak yönlerin olduğu iki modelin sentezi karma bir modeldir (Erişen, 1997). Şekil 14'te Taba-Tyler modeli gösterilmiştir.

Şekil 14. Taba-Tyler Modeli (Alicı, 2014)



Sistem yaklaşımı modeli, Wulf ve Schave (1984) tarafından geliştirilen modelde öğretmenler de öğretim programlarını geliştirebilir. Model, program geliştirme sürecinde problem tanımı ardından ihtiyaç ve içeriğin belirlenmesi ve bunların değerlendirilmesi aşamaları olmak üzere üç ana aşama ve alt aşamalardan oluşurken, değerlendirme işlemi modelde her aşamada yapılmakla birlikte ağırlıklı olarak değerlendirme boyutunda gerçekleştirilmektedir (Demirel, 1992).

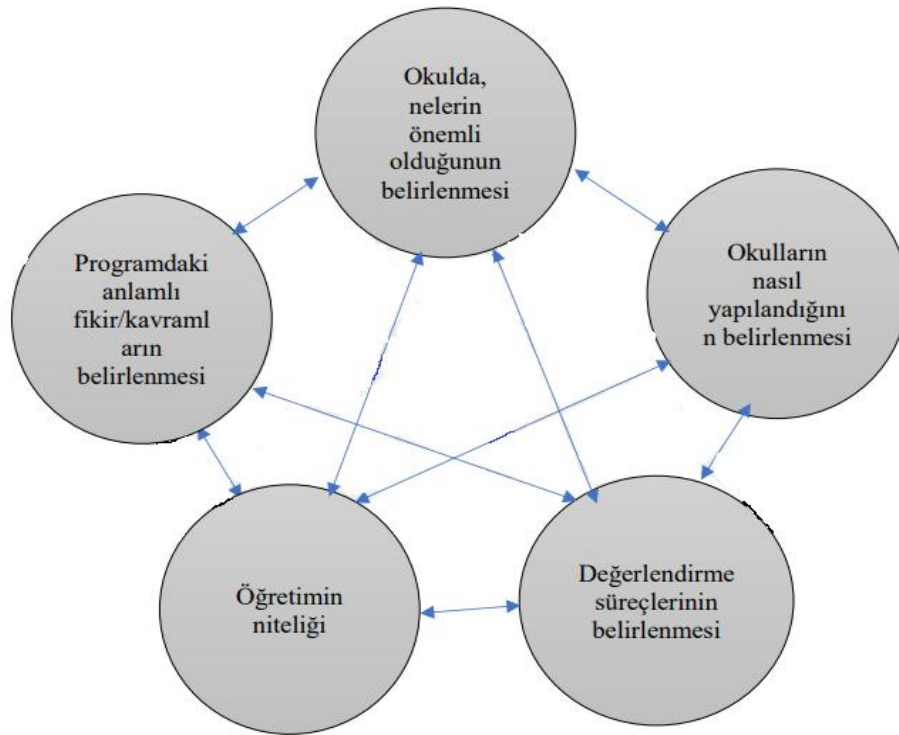
Şekil 15. *Sistem Yaklaşımı Modeli (Demirel, 1992)*

Aşama	İşlem
Problemin tanımı	Amacın belirlenmesi ↓
	Komisyon Üyelerinin seçimi ↓
Gelisme	İçeriğin seçimi ↓
	Öğrenciye Dönük amaçların yazılması ↓
	Amaçların davranışa dönüştürülmesi ↓
	Uygun ders planlarının yazılması ↓
	Öğretim materyallerinin geliştirilmesi ↓
	Öğrenme ortamlarının desteklenmesi ↓
Değerlendirme	Sonuçların değerlendirilmesi ↓
	Sürekli dönüt sağlanması

Eisner program geliştirme modeli, Eisner'e (1991) göre Birleşik Devletler ihtiyaç duyduğu okullara ulaşmak istiyorsa, şu beş boyutu göz önünde bulundurmalıdır; amaç, yapı, öğretim programı, pedagoji ve değerlendirme. Amaç boyutu, okullarda neyin değerli olduğuna dair ciddi bir incelemeyi içerir. Bu bağlamda, hedeflere ulaşmak için öğretim programı özellikleri, öğretim yöntemleri, değerlendirme uygulamaları ve işyerinin doğası gibi özellikler göz önünde bulundurulmalıdır. Göz önünde bulundurulması gereken ikinci boyut olan yapı, okulların nasıl organize edildiği, rollerin nasıl tanımlandığı ve zamanın nasıl tahsis edildiği ile ilgilidir. Eisner, okul yılı, eğitim aşamalarının uzunluğu, alınacak dersler ve

haftalık saatleri, sınıf büyüklükleri, değerlendirme yöntemleri ve sıklığı ve hatta öğretmen masasının yeri gibi yapısal unsurların zamanla çok fazla değişmediğini ve bunun sınırlayıcı olduğunu savundu. Eisner tarafından vurgulanan ve çok önemli kabul edilen bir diğer boyut ise öğretim programı boyutudur. Öğretim programı tasarımı, öğrencilerle öğretim programı arasındaki etkileşimi kolaylaştıran önemli fikirlere, becerilere ve araçlara odaklanmalıdır. Ancak, ne kadar iyi tasarlanmış olursa olsun, hiçbir öğretim programı kendi kendine öğretemez. Bu bağlamda, pedagojik boyut göz ardı edilemez. Öğretim programı ne kadar kaliteli olursa olsun, eğer öğretim zayıfsa, sonuçlar olumlu olmayacaktır. Bu nedenle, okullar öğretmenlerin öğrencilere hizmet edebilmeleri için öğretmen gelişimine hizmet etmelidir. Vurgulanan son boyut değerlendirmedir. Eisner'a göre, değerlendirme yalnızca öğrencileri notlandırmanın bir yolu olarak görülmemeli; okul gelişimi için bir kaynak olarak önemi göz ardı edilmemelidir.

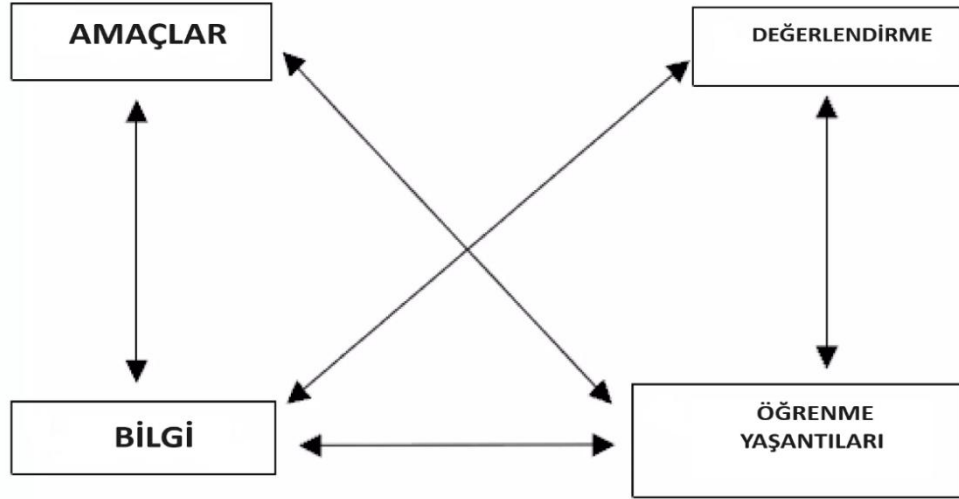
Şekil 16. Eisner'in Program Geliştirme Modeli (Lunenburg, 2011)



Kerr modeli, Kerr'in (1968) program geliştirme modeli, amaçlar, bilgi, okuldaki öğrenme yaşantıları ile değerlendirme olmak üzere birbirine etkileyen dört program ögesini detaylı şekilde planlamak ve analiz etmek için geliştirilmiştir. Öğretimi takiben öğrencide gözlenebilir davranış değişiklikleri olarak tanımlanan hedeflere dayalı olarak program içeriğinin seçilmesi ve organize edilmesi olarak yorumlanan bilgi aşaması, modelde çok önemlidir. Kerr'in modeline göre, program bilgisini oluşturmak tutarlılık, tekrar ve organizasyon gerektirir. Kerr'in modelindeki üçüncü unsur öğrenme deneyimidir. Öğrenciler ve çeşitli çevresel faktörler arasındaki etkileşimli etki öğrenme deneyimini oluşturur. Bu

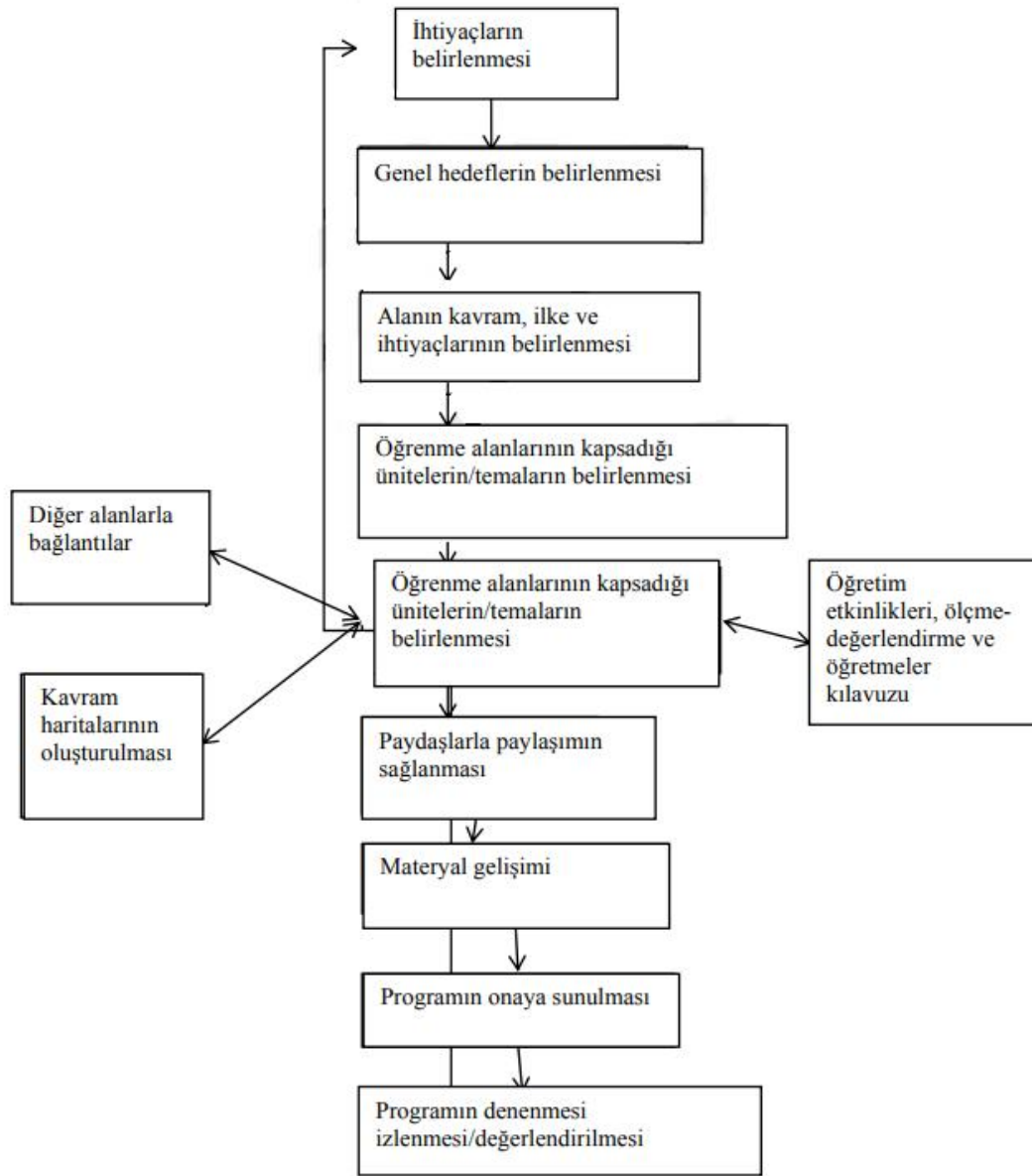
deneyimler okulun organizasyonundan, okul topluluğunun özelliklerinden etkilenir ve öğrenciler ile öğretmenler arasındaki ilişkileri ve çeşitli sosyal aktiviteleri içerir. Hedeflere ne ölçüde ulaşıldığından emin olmayı temsil eden değerlendirme, modelin son unsuru olarak tanımlanmıştır. Değerlendirme standartları hedeflerin uygulanabilirliğini, içerik ve yöntemlerin uygunluğunu ve öğrencilerin ihtiyaçlarının, başarılarının ve öğretmen hazırlığının etkinliğini içerir (Ishemo vd., 2012).

Şekil 17. *Kerr Modeli (Ishemo vd., 2012)*



MEB Program Geliştirme Modeli, her ne kadar Türkiye’de yapılan program geliştirme modelleri çoğunlukla Taba, Tyler ve Taba-Tyler modelleri olsada MEB 2004 yılında program geliştirme modeli oluşturmuştur (Uzunboylu & Hürsen, 2012). Modelde öğrenci özellikleri temel alınmış, öğrenci merkezli bir yaklaşım benimsenmiş olsa da daha önce bir ihtiyaç analizi sonucunda ortaya çıkan konulara göre hedeflerin belirlenmesi aşamasını içermesi bakımından konu merkezli bir yaklaşımın izlerini de taşımaktadır (Demirel, 2006). Model, genel hedeflerden becerilere ve becerilerden sonuçlara doğru bir ilerlemeyi, özellikle de materyal geliştirmeye özel bir vurgu yaparak göstermektedir. Ayrıca, modelin diğer alanlarla bağlantı kurarak disiplinler arası bir yaklaşımı da içerdiği açıktır. Öğrenme ve öğretme sürecinin bir parçası olan modeldeki kavram haritalarının, öğretim programı geliştirmenin ayrı bir aşaması olarak kabul edilemeyeceğini belirtmek önem arz etmektedir.

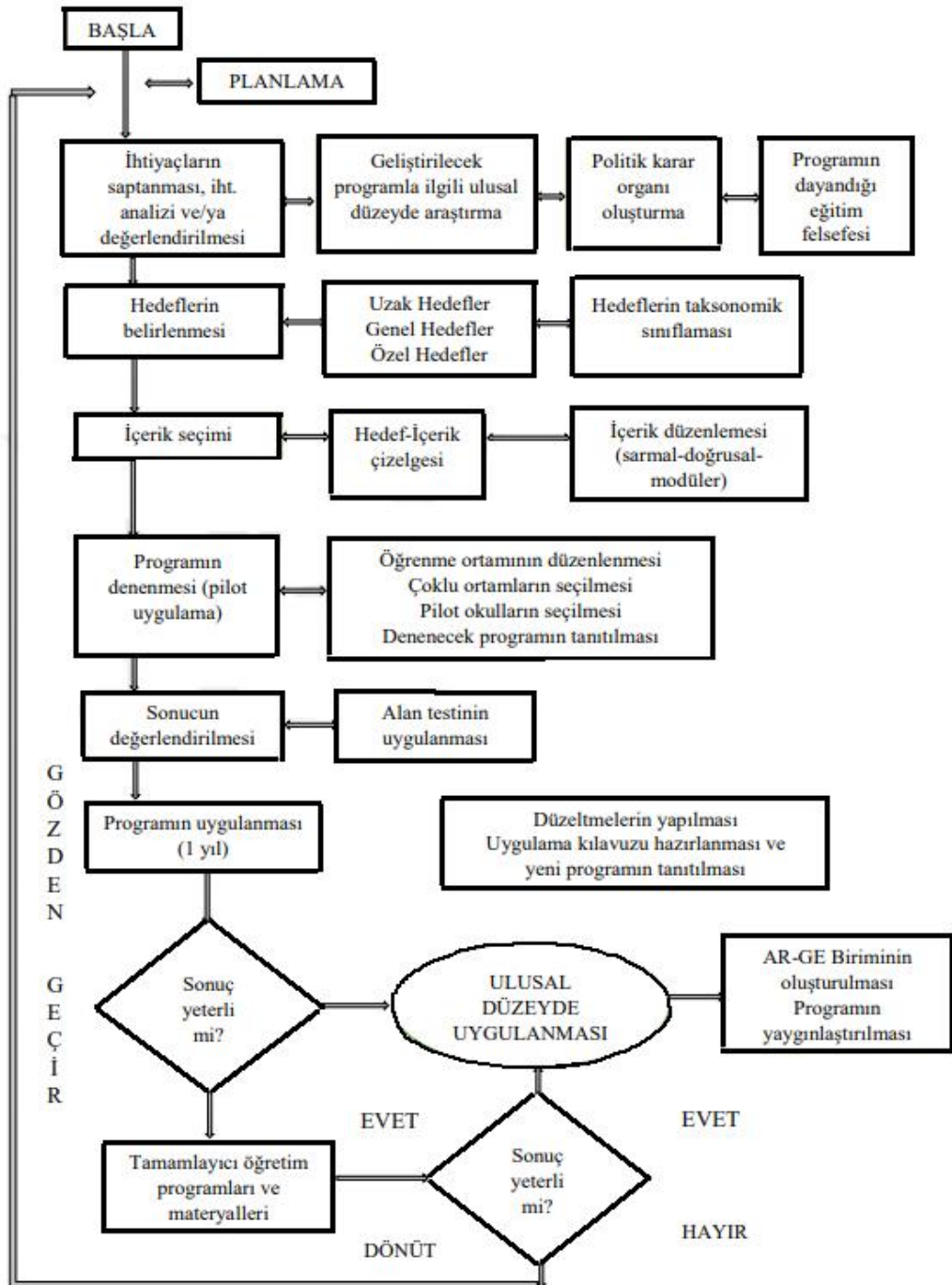
Şekil 18. MEB Program Geliştirme Modeli (Demirel, 2014)



Demirel'in Program Geliştirme Modeli, eğitim kalitesinin temel taşlarından biri, iyi hazırlanmış ve deneyimli eğitimcilerin varlığıdır. Eğitimin zirvesine ancak en yetenekli öğretmenlerin eğitimiyle ulaşılabilir. Demirel'in program geliştirme modeli, Türk yükseköğretim kurumlarındaki öğretmen eğitim programlarının iyileştirilmesi için bir çerçeve sağlamak üzere tasarlanmıştır. Bu özel hedefle tasarlanan bu model, başlangıcından bu yana önemli ölçüde gelişmiştir. Başlangıçta üç temel aşama etrafında yapılandırılmış olan model, hazırlık, uygulama ve değerlendirme olmak üzere çok sayıda iyileştirme ve genişletmeye tabi tutulmuş ve daha fazla sayıda bileşen ögesiyle sonuçlanmıştır. Demirel'in program geliştirme modeli, Taba-Tyler Modeli ile temel benzerlikler göstermekle birlikte kendine has özellikler de taşımaktadır. Bu model, beş temel aşamadan ve on beş adımdan meydana gelen kapsamlı

bir süreç öngörmektedir: planlama çalışmaları, program taslağının hazırlanması, pilot okullarda uygulama, geniş ölçekli yaygınlaştırma ve nihai değerlendirme. Her iki modelde de süreç, ihtiyaç analiziyle başlamaktadır. Ancak Demirel'in modeli, planlama yaklaşımı, uygulama stratejileri ve değerlendirme mekanizmaları açısından özgün farklılıklar sergilemektedir. Modelin en dikkat çekici yönleri arasında döngüsel yapısı, ARGE birimlerinin oluşturulmasına verdiği önem ve program geliştirme sürecine süreklilik kazandırması sayılabilir.

Şekil 19. Demirel'in Program Geliştirme Modeli



Yükseköğretimde Eğitim Programı Geliştirme

Üniversite bireylerin entelektüel açıdan geliştirilmesi, onların sosyal yaşama, iş hayatına yeterli donanım ile katılmalarını sağlaması (Barnett, 2011) ve küreselleşen günümüz dünyasında ulusal ekonomik gelişmeleri kontrol etmede aktif rol alabilecek mezunlar olarak yetiştirmesini amaçlamaktadır (Bradley vd., 2008). Fakat üniversitelerin geneli için yapılan eleştirilerin büyük çoğunluğu onların öğrencilerine sundukları eğitim kalitesinin düşük olması (Arum & Roksa, 2011; Demirkasımoğlu, 2017; Deresiewicz, 2015; Kurt, 2018; Taylor, 2010) ve öğrencilerin kendilerinden beklenen nitelik ve yeterliklere sahip olamadan mezun olması (Bok, 2007; Harvey vd., 1997; Leveson, 2000; Mourshed vd., 2012) ve mezunların işgücünün, hükümetin, toplumun ve bilgi ekonomisinin kalitesine katkıda bulunmadaki önemli rolü nedeniyle üniversitelerden amaçlanan hedeflere ulaşılmasında bazı sorunlar yaşandığını göstermektedir. Bu sorunları en aza indirmede veya ortadan kaldırılmasında ve bölümlerde okutulan programlarının amaçlarına ulaşmasını sağlamada üzerinde dikkatle çalışılması gereken araçlardan biri eğitim/öğretim programlarıdır.

Küresel bağlamda bakıldığında, üniversiteler arasındaki daha fazla öğrenciye hizmet etme rekabeti, kurumlar arası öğrenci hareketliliğinde, kredi transfer esnekliğinde ve kalite güvence girişimlerinde artışa yol açmıştır. Dahası, ekonomik, sosyal, politik, kültürel, bilimsel ve teknolojik alanlardaki gelişmeler, yüksek öğrenim kurumlarının yeniden yapılandırılmasını gerekli kılmaktadır. Bu faktörler, eğitim hizmetleri sonucunda elde edilecek öğrenme çıktılarının ve dolayısıyla program geliştirme sürecinin artan önemini vurgulamaktadır. Eğitim programlarının geliştirilmesinde ve uygulanmasında bilimsel bir yaklaşımın benimsenmesi, lisans programı reformunun başarısı için çok önemli kabul edilmektedir (Hubball & Gold, 2015; Yükseköğretim Kurulu [YÖK], 2010b).

Yükseköğretimde program geliştirmeyi yönlendiren bir diğer önemli faktör ise Bologna Süreci'dir. Avrupa Birliği içerisinde Avrupa Yükseköğretim Alanı yaratmayı amaçlayan bir reform süreci olarak tanımlanan dinamik Bologna Süreci, üye ülkelerin yükseköğretim sistemlerini anlaşılır, rekabetçi ve şeffaf hale getirmedeki ilerlemelerini değerlendirmek için iki yılda bir yapılan değerlendirmeleri içerir. Bu değerlendirmelerin bulgularına dayanarak yeni hedefler belirlenir ve kamuoyuyla paylaşılır. Bu bağlamda, konu alanı yeterlikleri belirlenirken, ulusal olarak tanımlanmış yeterliklere ilişkin paydaşların görüşlerinin dikkate alınması önerilir. Daha sonra, dersler için program yeterlikleri ve öğrenme çıktıları belirlenmelidir. Ders planlarının oluşturulması ve izleme ve iyileştirme çalışmalarının uygulanması gibi aşamaların tamamlanmasının ardından, gerekirse belirlenen öğrenme çıktılarında veya eğitim hedeflerinde değişiklik yapılması gerektiği belirtilmektedir.

Kısaca, yükseköğretim kurumlarının eğitim programlarını konu alanı yeterlikleri kapsamında yapılandırmaları ve bu döngüsel süreçte sürekli olarak güncellemeleri gerektiği vurgulanmaktadır (Güneş, 2012; YÖK, 2010a).

Yükseköğretimde program geliştirme üzerine yapılan çalışmaları inceleyen Hughes (2015), yapılacak program geliştirme çalışmalarında şu özelliklerin olması gerektiğini vurgulamıştır:

- Öğrenci öğrenmesine odaklanmalı, öğrencilerin merkeze alındığı ve yapılandırmacı pedagojik yaklaşımlar tercih edilmelidir.
- Kurum ve bölüme ait olan değer ve kültürle tutarlı olan bir vizyon geliştirilmelidir.
- Alanında uzman öğretim üyeleri tarafından yürütülen öğrenciler ve ilgili tüm paydaşların dinlendiği iş birliğine dayalı süreçlerin kullanılmalıdır.
- Süreç çok sayıda veri türünün dikkate alındığı bilgi odaklı olmalı. Problemi belirleme, verileri toplama, verilerin analizi ve uygulaması ile ilgili tüm yapılanlar bilimsel bir yaklaşımla desteklenmelidir.
- Geleneksel öğretim anlayışlarını bir kenara bırakarak program geliştirme sürecinin sürekli hale getirilmeli, öğretim elemanlarının daha geniş bir bilgi birikimine ve beceri setine sahip olması desteklenmelidir.
- Yükseköğretim kurumları öğretim elemanı gelişimine yatırım yapmaya devam etmelidir. Benzer şekilde, öğretim üyeleri öğretim becerilerini geliştirmeli ve eğitim programı geliştirme ve değerlendirme faaliyetlerine katılmalı veya bu alanlarda kendilerine yardımcı olması için nitelikli eğitim uzmanları işe almalıdır.

İlgili Araştırmalar

Matematiksel Modellemeyle İlgili Araştırmalar

Matematiksel modellemeyle ilgili alan yazını incelendiğinde yapılan birçok çalışma olduğu görülmektedir. Bu çalışmaları sunarken öncelikle matematiksel modelleme öğrencilerin matematik dersi akademik başarısına, tutumuna, matematik okuryazarlıklarına, okuduğunu anlama becerilerine, problem çözme ve üstbilişsel becerilerine, derse katılımlarına, eleştirel düşünme becerilerine ve matematiksel modelleme yeterliklerine katkısından bahsedilecektir. Sonrasında ise matematiksel modellemenin disiplinler arası etkisi irdelenecektir. Ardından öğretmen adaylarıyla ve öğretmenlerle yapılan çalışmalara yer verilecektir.

Fırat (2021), çalışmasında, matematiksel modelleme etkinliklerinin altıncı sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterlikleri, görsel matematiksel okuryazarlık algıları

ve okuduğunu anlama becerileri üzerindeki etkileri araştırmıştır. Nicel kısımda ön test-son test yarı deneysel modele sahip karma yöntemli araştırma tasarımı kullanılırken, nitel kısımda öğrencilerle yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirmiştir. 36 altıncı sınıf öğrencisiyle matematiksel modelleme etkinliklerine dayalı yedi haftalık bir öğretim süreci yürütmüştür. Veri analizinde, matematiksel modelleme etkinlikleri kullanılarak yapılan öğretim süreci sonunda öğrencilerin okuduğunu anlama puanlarında artış olduğunu ortaya koymuştur. Ancak, okuduğunu anlama becerileri ile matematiksel modelleme yeterlikleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Yapılan aktiviteler öğrencilerin görsel matematiksel algılarına ve matematiksel modelleme yeterlik düzeylerine anlamlı katkılar göstermiştir. Görsel matematiksel okuryazarlık öz yeterlik algıları ile modelleme yeterlikleri arasında orta düzeyde anlamlı bir ilişki bulunmuştur.

Yine benzer şekilde Topçu (2023) çalışmasında, matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin matematik okuryazarlığı, matematik okuryazarlığı öz-yeterliği, matematik dersine katılımı ve matematiğe yönelik tutumlarına etkisini incelemiş ve öğrencilerin matematiksel modelleme etkinliklerine ilişkin görüşlerini belirlemiştir. Araştırmayı 24'ü deney grubunda, 28'i kontrol grubunda olmak üzere 52 yedinci sınıf öğrencisi ile gerçekleştirmiştir. Deney grubuna altı hafta süreyle matematiksel modelleme eğitimi verilmiştir. Araştırma sonucunda, matematiksel modelleme etkinliklerinin deney grubundaki öğrencilerin matematik okuryazarlığını kontrol grubuna göre önemli ölçüde artırdığını ancak matematik okuryazarlığı öz yeterliklerini, matematik derslerine katılımlarını ve matematiğe yönelik tutumlarını önemli ölçüde artırmadığını göstermiştir. Ayrıca, deney grubunda matematik okuryazarlığı, okuryazarlık öz yeterliği, ders katılımı ve tutum puanlarında önemli bir artış olmuştur. Öğrenciler modelleme problemlerini günlük yaşamda karşılaşılabilecekleri problemler olarak tanımladıklarını ve matematiksel modelleme problemlerinin daha önce çözdükleri problemlerden daha zor ve eğlenceli olduğunu belirtmişlerdir. Öğrenciler matematiksel modelleme problemleri sayesinde okuduğunu anlama, mantıksal akıl yürütme ve problem çözme becerileri kazandıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca, öğrenciler derslerinde daha fazla matematiksel modelleme etkinliği yapmak istemiş ve bu etkinliklerin başarılarını artıracaklarını düşünmüşlerdir. Öğrenciler süreç içerisinde matematiğe ilişkin duygu ve düşüncelerinin olumlu yönde değiştiğini, problemler üzerinde grup halinde çalışmanın öğrenme sürecini daha keyifli hale getirdiğini ve fikir alışverişine olanak sağladığını belirtmişlerdir.

Farklı sınıf düzey ve konularında matematiksel modellemenin matematik dersi akademik başarısına, tutuma ve kalıcılığa etkilerinin incelendiği çalışmalarda Kurtuluş-Kayan

(2019) yüzdelerin öğretiminde matematiksel modelleme etkinliklerinin kullanılmasının öğrencilerin başarılarına ve matematiği günlük yaşamla ilişkilendirme becerilerine etkisini belirlemeyi amaçladığı çalışmada karma yöntem kullanmış, araştırmasını 2018-2019 eğitim-öğretim yılında bir devlet okulunda öğrenim gören 53 yedinci sınıf öğrencisi ile yürütmüştür. Kontrol grubu geleneksel öğretime devam ederken, deney grubunun ilgili kazanımlara yönelik öğretimi matematiksel modelleme etkinlikleriyle zenginleştirmiştir. Çalışmanın sonucunda, deney grubundaki öğrencilerin yüzdeler konusunda akademik başarılarında ve matematiği günlük yaşamla ilişkilendirme becerilerinde anlamlı bir artış olduğunu ortaya koymuştur. Görüşme bulguları sonucunda öğrencilerin yüzdeler konusuna ve modelleme etkinliklerine karşı olumlu tutum sergiledikleri ve yüzdelerin günlük yaşamdaki yerinin daha fazla farkına vardıkları belirlenmiştir.

Benzer şekilde Büyükdıgüzel (2019) tarafından gerçekleştirilen deneysel çalışmada, toplam 80 katılımcı (27 ve 29 öğrenciden oluşan iki deney grubu ve 24 öğrencilik kontrol grubu) yer almıştır. Araştırma bulgularına göre, başlangıç matematik başarı puanları açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Ancak uygulama sonrasında yapılan değerlendirmelerde, her iki deney grubunun son test ortalamalarının kontrol grubuna kıyasla daha yüksek performans sergilediği gözlemlenmiştir. Deney gruplarının ön test ve son test sonuçları karşılaştırıldığında, her iki grupta da istatistiksel açıdan anlamlı bir ilerleme kaydedildiği belirlenmiştir. Bu sonuçlar, çalışmada kullanılan modelleme etkinliklerinin matematiksel başarı üzerinde olumlu etkileri olduğunu ortaya koymaktadır. İlginç bir şekilde, farklı öğretmenler tarafından yürütülen deney grupları arasında anlamlı bir performans farkı bulunmamış olması, modelleme destekli öğretim yaklaşımının öğretmen faktöründen bağımsız olarak etkili olduğunu göstermektedir. Nitel verilerin analizi sırasında, öğrencilerin başlangıçta veri belirleme ve uygun matematiksel işlem seçiminde zorluklar yaşadıkları anlaşılmıştır. Bununla birlikte, süreç ilerledikçe öğrencilerin bu aktiviteleri daha eğlenceli ve ilgi çekici buldukları, ayrıca grup çalışmaları sayesinde matematiğin günlük yaşamla bağlantısını daha iyi kurabildikleri tespit edilmiştir. Bu bulgular, modelleme etkinliklerinin öğrenme sürecine olan katkılarını açıkça ortaya koymaktadır.

Yine benzer şekilde Delikanlı (2019) tarafından 75 dördüncü sınıf öğrencisiyle yürütülen çalışmada elde edilen nicel bulgulara göre, matematik başarı testinin hem son testinde hem de kalıcılık testinde deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı farklar saptanmıştır. Bununla birlikte, deney gruplarının son testteki tutum puanlarının kontrol grubuna kıyasla daha olumlu olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerle gerçekleştirilen yarı

yapılandırılmış görüşmelerde, matematiksel modelleme etkinlikleriyle öğrenmenin, onların matematiğe karşı ilgisini artırdığı ve bu sayede konuları daha iyi kavradıkları ifade edilmiştir. Ayrıca, modelleme etkinliklerinin öğrencilerin öğrenme sürecine etkin katılımını sağladığı, öğrenilen bilgilerin günlük yaşamla ilişkilendirilmesine katkı sunduğu ve bu yönüyle oldukça faydalı bulunduğu dile getirilmiştir.

Matematiksel modellemenin sayı hissi ve matematik dersine karşı tutumları incelediği çalışmasında Karagöz (2024), deney grubuyla araştırmacı tarafından geliştirilen matematiksel modelleme etkinlikleri ile ders işlenirken, kontrol grubunda mevcut öğretim programına uygun ders işlenmeye devam etmiştir. 10 haftalık etkinliklerin ardından son testler uygulanmıştır. Araştırmadan elde edilen verilere göre deney grubunun ön test ve son test sayı hissi puanları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur. Ancak kontrol grubunda sayı hissi testleri için anlamlı bir fark bulunamamıştır. Deney grubunda Matematik Tutum Ölçeği ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark bulunmuş ancak kontrol grubunda anlamlı bir fark bulunamamıştır. Grupların sayı hissi puanları karşılaştırıldığında deney ve kontrol grupları arasında deney grubu lehine anlamlı bir fark bulunmuştur. Matematik tutum puanlarına göre deney ve kontrol grupları arasında deney grubu lehine anlamlı bir fark bulunmuştur. Elde edilen verilerden, yapılan matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin sayı duygusu ve matematiğe yönelik tutumları üzerinde olumlu bir etkisi olduğu sonucuna varılmıştır.

Matematiksel modellemenin öğrencilerin duyuşsal özelliklerine etkisini inceleyen Özdemir (2021), çalışmasını 2018-2019 eğitim öğretim yılında bir devlet okulunda yürütmüştür. Karma yöntemli araştırma tasarımı kullandığı çalışmasında ön test son test kontrol gruplu yarı deneysel modelin kullanılmıştır. 7 haftalık çalışma, 59 öğrenciyle yürütmüştür: 29'u deney grubunda ve 30'u kontrol grubunda bir matematik uygulamaları dersinde yer almıştır. Çalışma boyunca, deney grubunda dersler model kurma etkinlikleri kullanılarak yürütülmüş, kontrol grubunda ise ders kitabındaki etkinlikler geleneksel yöntemlerle işlenmiştir. Sonuç olarak, matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin matematiğe yönelik tutum ve inançlarını olumlu yönde artırdığı, ancak matematik öz yeterlik algılarında ve kaygılarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yaratmadığı görülmüştür. Öğrenciler, matematiksel modelleme etkinliklerinin eğlenceli, ilgi çekici olduğunu, gerçek yaşam problem durumları içerdiğini, çok boyutlu düşünme becerileri gerektirdiğini, farklı bakış açıları sağladığını ve kendilerini daha başarılı hissetmelerini sağladığını ifade etmişlerdir.

Matematiksel modelleme etkinliklerinin 8. sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerine etkisini incelediği çalışmasında Duran (2023), nitel ve nicel araştırma yöntemlerinin birlikte kullanıldığı karma yöntem araştırması şeklinde tasarlamıştır. Araştırmanın nicel bölümünde ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen, nitel bölümünde ise durum çalışması kullanmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu, 40'ı deney grubunda, 40'ı kontrol grubunda olmak üzere toplam 80 sekizinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırmanın deney grubunda sosyo-kritik modelleme yaklaşımı çerçevesinde hazırlanan matematiksel modelleme etkinlikleri yedi hafta süreyle (21 ders saati) uygulanırken, kontrol grubunda mevcut öğretim programı ile derslere devam edilmiştir. Araştırma sonucunda, sosyo-kritik modelleme yaklaşımı çerçevesinde hazırlanan matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini ve eleştirel düşünme eğilimlerini geliştirdiğini göstermiştir.

Can (2024), matematiksel modelleme etkinliklerinin ilköğretim 3. sınıf öğrencilerinin problem çözme becerilerine ve üstbilişsel becerilerine etkisini ortaya koymayı amaçladığı çalışması karma yöntemli olup hem nicel hem nitel desenler birlikte kullanılmıştır. Bu çalışmanın nicel boyutunda yarı deneysel yöntem kullanılmıştır. Araştırmanın nitel boyutunda, uygulama sürecinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin problem çözme başarı testinde, problemlere verdikleri yazılı cevaplar içerik analizine tutularak, Polya'nın problem çözme basamakları dikkate alınarak öğrencilerin üstbilişsel becerilerinin gelişimleri ortaya çıkarılmıştır. Problem çözme başarı testine göre deney ve kontrol gruplarına uygulanan son testler karşılaştırıldığında anlamlı bir fark bulunmuştur. Bu fark deney grubu lehinedir. Ayrıca deney grubu öğrencilerinin kullandığı üstbilişsel beceriler Polya'nın problem çözme adımlarına göre tespit edilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde deney grubundaki tüm öğrencilerin üstbilişsel becerileri kullandığı ve çalışmada uygulanan matematiksel modelleme etkinliklerinin üstbilişsel becerilere katkıda bulunduğu elde edilmiştir.

Benzer bir çalışmayı 7. sınıf öğrencileriyle yapan Mengi (2019), 7.sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme etkinlikleri ile problem çözme ve üst düzey düşünme becerilerinin gelişimi incelemiştir. Problem çözmeye karşı olumsuz tutum içerisinde olan öğrencilerin tutumlarının değişimi de eylem araştırması sürecinde incelemiştir. Süreç sonunda öğrencilerin hepsinde problem çözmeye karşı olumlu tutum gerçekleşmiştir. Uygulama öncesi ve sonrasında uygulanan problem çözme testindeki başarı artışı her öğrencide görülmüştür. Fakat bu artış öğrencilerin başarı seviyeleriyle orantılı bir şekilde olmuştur. Uygulama sonrasında düzey belirleme testinden alınan sonuçlar modelleme etkinliklerinin öğrencilerin düşünme becerilerine olumlu katkı sağladığını göstermiştir.

Matematiksel modelleme sadece matematik dersine olumlu katkılar katmakla kalmıyor diğer disiplinler içinde katkı sağladığı yapılan araştırmalar sonucu gözlemleniyor. Örneğin Güder (2019), gerçek yaşamdan alınmış disiplinler arası matematiksel modelleme problemleri kullanılarak matematiğin diğer disiplinlerle (Fen Bilimleri ve Türkçe) ilişkilendirilmesini geliştirmeyi amaçlayan bir öğrenme ortamının tasarlanması ve değerlendirilmesini amaçladığı çalışmasını, bir devlet okulunda görev yapan üç öğretmen (Matematik, Fen Bilimleri, Türkçe) ile aynı okuldan seçilen dokuz 7. sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Bu çalışmanın sonucunda, disiplinler arası modelleme problemlerini içeren öğretimin öğrencilerin disiplinler arası kavram öğrenimini (Matematik, Türkçe ve Fen ile ilgili kavramlar), matematiksel muhakemeyi ve disiplinlere yönelik olumlu tutumlarını geliştirdiğini ortaya koymuştur. Sonuçlar, bu tür problemlerin öğretim programına dahil edilmesi gerektiğini göstermektedir.

Yine Turan-Sönmez (2016) Öğrencilerin matematiksel modelleme etkinlikleri aracılığıyla matematikselleştirme süreçleri ile finansal okuryazarlık düzeylerinin incelendiği çalışmada, yatay ve dikey matematikselleştirmenin farklı öğrenme alanlarına göre çeşitlilik gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Araştırmada öğrencilerin çoğunlukla işlem basamaklarını ve prosedürleri doğru uygulayabildiği, ancak kavramlar arasındaki ilişkileri kurmakta zorlandıkları için zaman zaman hatalar yaptıkları belirlenmiştir. Finansal okuryazarlık düzeyleri içerik, süreç ve bağlam ölçütleri doğrultusunda değerlendirildiğinde, öğrencilerin günlük yaşamda karşılaştıkları finansal durumlara ilişkin daha nitelikli yorumlar yapabildikleri ve matematiksel ilişkileri daha etkili şekilde analiz edebildikleri görülmüştür. Çalışma, finansal okuryazarlığın matematik eğitimi aracılığıyla geliştirilebileceğini ortaya koymakta ve bu alanda daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulduğunu vurgulamaktadır.

Benzer şekilde Önen (2022), sosyal bilgiler dersinde matematiksel modelleme etkinlikleriyle finansal okuryazarlık becerisinin geliştirilmesini incelediği çalışmasının sonucunda, sosyal bilgiler öğretim programı kapsamında uygulanan matematiksel modelleme etkinliklerinin finansal okuryazarlık becerilerinin gelişimine katkıda bulunduğunu, ön test ve son test finansal okuryazarlık başarı testi puanlarındaki değişikliklerle kanıtlamıştır. Öğrenciler ve velilerle yapılan görüşmeler, her iki grubun da uygulanan matematiksel modelleme etkinliklerini yararlı bulduğunu ortaya koymuştur. Etkinlikler için tasarlanan problemlerin, öğrencilerin günlük yaşamlarında karşılaşılabilecekleri olayları içerdiği ölçüde öğrencilerin ilgisini çektiği bulunmuştur.

Farklı disiplinlerde matematiksel modellemenin faydaları yapılan çalışmalarla görülmüştür. Ayrıca matematiksel modelleme yönteminin matematik öğrenme güçlüğü yaşayan öğrencileri içinde olumlu katkılar sunduğu yapılan çalışmalarda görülmektedir.

Kasım (2023), teknoloji destekli matematiksel modelleme yönteminin matematik öğrenme güçlüğü yaşayan 4. sınıf öğrencisinin matematik becerilerine etkisinin incelenmesi amaçlandığı çalışmada, uygulama süreci sonunda öğrenci sayma, toplama işlemi, çıkarma işlemi, çarpma işlemi ve bölme işlemi becerilerinde %90 başarı gösterdiği, problem çözme becerilerinde ise %80 başarı gösterdiği tespit edilmiştir. Teknoloji destekli matematiksel modelleme yöntemi öğrencinin matematiğe dair olumlu tutumlar geliştirmesini sağladığını ve öğrencinin matematik öğrenmeye yönelik isteğinin arttırdığına ve matematiği öğrenirken zevk aldığına yönelik sonuçlar elde etmiştir.

Matematiksel modelleme yönteminin öğrencilere olumlu katkılarının bu denli önemli olmasının yanı sıra matematik öğretmenlerinin modelleme yeterliklerinin incelendiği bazı çalışmalara göz attığımızda modelleme yeterliklerinin eksik olduğunu görmekteyiz. Çavuşoğlu (2016), 16 matematik öğretmeniyle yaptığı çalışmada seçmeli matematik uygulamaları dersinde öğretmenlerin matematiksel modelleme hakkında görüşlerini incelemiştir. Çalışmaya katılan öğretmenlerden hiçbirinin matematiksel modelleme hakkında bilgisi olmadığı, seçmeli matematik uygulamaları dersini matematik dersine takviye amaçlı işlediğini bulmuştur.

Şahin (2019), altı matematik öğretmeniyle yaptığı matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme problemi hazırlama becerilerinin incelediği çalışmada, öğretmenlerin problem oluşturma sürecinde başarılı bir performans sergilemelerine rağmen bazı zorluklarla da karşılaştıklarını göstermiştir. Bu zorluklar genellikle matematiksel modelleme problemlerinin özelliklerine ilişkin farklı algılara bağlanmıştır. Öğretmenlerin özellikle matematik ile gerçek yaşam arasında bağlantı kurmada başarılı oldukları ve problemleri hazırlarken öncelikle varsayımları, açık uçluluğu ve düşündürücü ölçütleri dikkate aldıkları belirlenmiştir. Sonuçlar, öğretmen yeterliğinin matematiksel modellemeyi sınıfa entegre etmede önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Bu nedenle, öğretmenlerin matematik modelleme öğretimindeki teorik ve pratik bilgi boşluklarının giderilmesi bir öncelik olmalıdır.

Yine benzer şekilde Çelik-Özkeç (2023), ortaokul matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme etkinlikleri hazırlama süreçlerinin incelendiği çalışmada bazı öğretmenlerin modelleme konusunda yetersiz ön bilgiye sahip olduğunu göstermiştir. Etkinlikler ilkeler çerçevesinde değerlendirildiğinde tüm ölçütleri karşılayan etkinlikler hazırlamada başlangıçta eksiklikler olduğu görülmüştür. Verilen teorik eğitime rağmen modelleme yeterliklerini geliştirmek için tasarlanan öğrenme ortamının öğretmenlerin problem kurma becerilerini olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Sonuçlar, modelleme

öğretiminde öğretmenlerin teorik bilgi eksikliklerini gidermenin yanı sıra modelleme yeterliklerini geliştirmek için tasarlanmış öğrenme ortamlarının oluşturulmasının gerekli olduğunu göstermektedir.

Sağiroğlu (2018), matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme yöntemine yönelik etkinlik oluşturma ve uygulama süreçlerinin incelendiği çalışmasında öğretmenlerin çalışma öncesinde matematiksel modelleme konusunda yetersiz ön bilgilere sahip oldukları ortaya çıkmıştır. Matematiksel modelleme yöntemi hakkında bilgilendirilen ve sınıflarında uygulayan öğretmenlerin tamamı kullanmaya devam etmek istediklerini belirtmişlerdir. Ancak bazı öğretmenler istekli olduklarını ifade ederken zaman kısıtlamaları nedeniyle öğretim programının basitleştirilmesi koşuluna bağlı olarak kullanmaya devam edeceklerini belirtmişlerdir. Modelleme etkinlikleri oluşturma süreciyle ilgili bulgular, öğretmenlerin bu alanda düşük yeterliklere sahip olduğunu göstermiştir. Öğretmenler önemli ölçüde zorluk çekmiş ve hiçbir bir etkinlik oluşturmamıştır. Öğretmenlerin etkinlik oluşturmakta zorlanmalarının nedeni, bu tür etkinliklere aşına olmamalarıdır. Öğretmenlerin uygulama süreçlerine ilişkin gözlemler, çoğu öğretmenin etkinlikler sırasında matematiksel modellemenin adımlarının takip edilmesini sağlamadığını ortaya koymuştur. Ayrıca öğretmenler aşırı yönlendirici olmuş veya öğrencilerin bağımsız çalışmasına izin vermek için hiç yardım sağlamamışlardır. Uygulamalardaki zorluklar, öğrencilerin ilk kez deneyimlemeleri nedeniyle etkinlikleri anlamakta zorluk çekmeleri ve çeşitli nedenlerle sınıf ortamında gürültü olması olarak belirlenmiştir. Uygulamalarda karşılaşılan sorunların genel nedeninin öğretmenlerin uygulamaya yönelik hazırlıksız olmaları ve bu tür etkinlikleri yürütme konusunda deneyimsiz olmaları olduğu belirlenmiştir.

Arslan (2024), matematik öğretmen ve öğretmen adaylarının matematiksel modellemenin öğretim ortamında kullanılmasına yönelik görüşlerini incelediği çalışmasında çoğu matematik öğretmeni ve öğretmen adayının matematiksel modelleme hakkında yeterli bilgiye sahip olmadığını göstermiştir. Matematik öğretmenleri, kalabalık öğretim programı, modelleme hakkında bilgi eksikliği, öğrenci başarı düzeyleri ve çalıştıkları okulların fiziksel koşulları nedeniyle zaman kısıtlamalarının, modellemeyi sınıflarında uygulamaktan kendilerini alıkoyduğunu bildirmiştir. Öğretmen adayları, stajları sırasında öğretim ortamında matematiksel modellemenin kullanım düzeyinin yetersiz olduğunu belirtmiştir.

Eker (2020), matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme süreçleri boyunca yaşadıkları güçlükleri incelediği araştırmasında matematik öğretmenlerinin modelleme etkinliklerini yürütmede başarılı olduklarını ve bu etkinlikler aracılığıyla matematiksel düşüncelerini geliştirebildiklerini göstermiştir. Ancak görüşme formlarında ifade ettikleri gibi

modelleme süreci sırasında bazı zorluklar yaşadıkları da görülmüştür. Matematik öğretmenleri, modellemenin klasik problem çözmeye göre farklı bakış açıları gerektirdiğini ve bu süreci keyifli ve yararlı bulduklarını belirtmişlerdir. Ayrıca, modelleme soruları aracılığıyla matematiğin günlük yaşamdaki öneminin daha iyi anlaşılacağını belirtmişlerdir.

Yükseköğretimde Program Geliştirmeyle İlgili Araştırmalar

Yükseköğretimde farklı bölüm ve dersler için yapılmış program geliştirme çalışmalarına göz atacağız. İncelenen çalışmalarda görüleceği üzere bazı yetenek dersleri için, dil gelişimi dersleri için ve sınıf öğretmenliği bölüm dersleri için yapılan çalışmalar mevcuttur. Matematik öğretmenliği lisans programı ile alakalı herhangi bir ders için öğretim program çalışması yapılmamıştır.

Karakoç (2007), Türkiye’de okul öncesi düzeyde İngilizce öğretimi için bir öğretim programı geliştirmeyi amaçladığı çalışmasında hem Türkiye’nin hem de Avrupa Birliği ülkelerinin eğitim sistemlerini incelemiş ve ülkemizde yabancı dil öğretimine dair mevcut literatürü taramıştır. Elde edilen veriler, öğretim programı tasarımına yön verecek alt problemlere yanıt verecek biçimde yapılandırılarak analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda, çocukların bilişsel, fiziksel, psikomotor ve dil gelişimlerine uygun nitelikte, ders kitaplarıyla desteklenen ve 10 ünitelerden oluşan bir program önerilmiştir. Ayrıca, okul öncesi dönemde İngilizce öğretimine yönelik olarak çocukların gelişimsel özelliklerine uygun öğrenme-öğretme süreçleri tasarlanmış ve sürecin sonunda uygulanabilecek değerlendirme etkinliklerine yönelik önerilere yer verilmiştir.

Kınık (2010), çalışmasında özellikle Güzel Sanatlar Fakülteleri olmak üzere üniversite müzik bölümlerinde geleneksel bir Türk çalgısı olan bağlamanın öğretimi değerlendirilmiştir. Bulgulara dayanarak, ülkemizin ve küresel bağlamın değişen ihtiyaçlarını karşılamak için bilimsel ve sanatsal ilkelere dayalı, sistematik ve kapsamlı bir bağlama öğretim yaklaşımı geliştirmeyi amaçlayan çalışma. Çalışma, bağlama eğitimini desteklemek için sınıf içi ve ders dışı etkinlikleri içermektedir. Çalışmanın sonunda, belirlenen tüm sorunları ele almak için öneriler sunulmuştur. Araştırma sonucunda, yeni başlayanlar için 14 haftalık bir öğretim programı önerilmiştir.

Benzer şekilde Toker (2018) tarafından yürütülen çalışmada, Türkiye’deki Güzel Sanatlar Fakülteleri bünyesinde yer alan Müzik, Müzik Bilimleri ve Müzikoloji bölümlerinde Bireysel Ses Eğitimi dersi veren öğretim üyelerinin görüşlerinden yararlanılarak, ülke koşullarına uygun ve çağdaş eğitim ilkeleri doğrultusunda bireyselleştirilmiş bir ses eğitimi öğretim programı modeli geliştirilmesi hedeflenmiştir. Araştırmada nitel desen benimsenmiş;

literatür taraması ve ihtiyaç analizi çerçevesinde, ilgili fakültelerde söz konusu dersi geçmişte ya da hâlihazırda vermekte olan öğretim elemanlarıyla yapılan görüşmeler aracılığıyla veri toplanmıştır. Ayrıca, 2017-2018 akademik yılı itibarıyla çeşitli yabancı üniversitelerin müzik ve müzik eğitimi bölümlerinde okutulan Bireysel Ses Eğitimi derslerinin içeriklerinden de yararlanılmıştır. Yapılan ihtiyaç analizine dayalı olarak dersin amaçları, hedef davranışları, içerik yapısı, öğretim yöntemleri ve değerlendirme ölçütleri belirlenmiş ve bu bileşenler doğrultusunda çağdaş bir Bireysel Ses Eğitimi öğretim programı modeli oluşturulmuştur.

Ağpak (2014), çalışmasında üçüncü ve dördüncü yıllarında ikinci yabancı dil olarak Arapça sunan Ankara merkezli üniversitelerdeki Arapça dil öğretim programları incelenmiştir. Birincil amaç alternatif bir öğretim programı geliştirmektir. Çalışmanın ilk bölümünde, ikinci yabancı dil olarak Arapça sunan Ankara'daki çeşitli üniversitelerin öğretim programları incelenmiştir. İkinci bölümde, çok sayıda öğretim elemanı ve akademisyenin dil eğitimi konusundaki çalışmalarından yararlanılarak bilgi ve deneyimlerinden yararlanılarak alternatif bir öğretim programı geliştirilmiştir.

Benzer şekilde Çilek (2020), çalışmasında yabancı dil Arapça öğretiminde Arapça konuşma becerilerinin geliştirilmesi için yaratıcı drama merkezli bir program önermek amaçlanmıştır. Araştırma 2019-2020 eğitim öğretim yılında Gazi Üniversitesi, Adıyaman Üniversitesi ve İstanbul Aydın Üniversitesi Arap Dili Eğitimi Bölümü'nde öğrenim gören öğrencilerle yürütülmüştür. Araştırmanın ilk aşamasında "Arapça Konuşma Becerileri Değerlendirme Ölçeği" geliştirilmiştir. Ölçek geçerlilik ve güvenirlik açısından değerlendirilmiş ve Gazi Üniversitesi, Adıyaman Üniversitesi ve İstanbul Aydın Üniversitesi'nde Arapça Eğitimi bölümünde öğrenim gören 442 lisans öğrencisine uygulanmıştır. Öğrencilerin konuşma becerilerinde karşılaştıkları sorunlara çözüm bulmak için yaratıcı drama ve Arapça alanında uzman kişilere danışılmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda yaratıcı drama merkezli Arapça konuşma becerileri öğretim programı geliştirilmiştir.

Çıray-Özkara (2016), Eğitim Fakültesi Sınıf Öğretmenliği Programlarındaki fen ve teknoloji öğretim programlarının; amaç, içerik, öğretme-öğrenme süreçleri ve değerlendirme boyutları açısından incelenmesini yaptığı çalışmasında, ayrıca bir fen eğitimi programı geliştirilmesi de amaçlanmıştır. Geliştirilen programa yönelik ihtiyaçları belirlemek amacıyla literatür taraması yapılmıştır. Ayrıca YÖK dokümanları, üniversite web siteleri ve Fen ve Teknoloji Eğitimi I-II ile Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları derslerinden alınan gözlem verilerinden yararlanılmıştır. Sınıf öğretmenliği programının ikinci, üçüncü ve dördüncü sınıflarında öğrenim gören öğretmen adayları, belirtilen programı tamamlayan

hizmet içi öğretmenler ve bu dersleri veren öğretim üyeleriyle odak grup görüşmeleri ve yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Mevcut programın beklenen gereksinimleri tam olarak karşılamadığı sonucuna varılmıştır. Bu nedenle araştırmacılar, Sınıf Öğretmenliği Programı için bir Fen Eğitimi Programı geliştirmişlerdir. Önerilen bu program 23 uzmanın katıldığı bir çalıştayda incelenmiş ve gerekli düzenlemeler yapılarak son hali verilmiştir.

Bahar-Güner (2019), sınıf öğretmenliği lisans programı kapsamında yabancı dil olarak İngilizce öğretimine yönelik bir öğretim programı geliştirmeyi amaçladığı çalışmasında, bu alandaki gereksinimlere uygun bir program tasarımı ortaya koymayı hedeflemiştir. Karma yöntemli bir araştırma tasarımı kullanılarak, yarı yapılandırılmış görüşmeler, yazılı anketler, yansıtıcı günlükler ve sınıf öğretmenleri, İngilizce dil öğretimi öğretim üyeleri ve sınıf öğretmenliği öğretim üyelerinden bir ölçek aracılığıyla veriler toplandı. Araştırma bulgularına, literatür taramasına ve belge analizine dayanarak, Sınıf öğretmenliği lisans programı kapsamında, yabancı dil olarak İngilizce öğretimine yönelik bir öğretim programı geliştirilmiştir. Tasarlanan öğretim programı pilot olarak uygulamak için, 2017-2018 akademik yılının bahar döneminde Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Sınıf Öğretmenliği Programı'nda 27 öğretmen adayına "Çocuklara Yabancı Dil Öğretimi Örnekleri" başlıklı bir ders verildi. Öğretmen adaylarının programın uygulanması hakkındaki görüşleri yarıyılın başında, sırasında ve sonunda toplandı. Sonuçlar, öğretmen adaylarının çocuklara İngilizce öğretme konusundaki yeterliklerinin ve güvenlerinin arttığını gösterdi.

Dursun (2021) çalışmasında Sağlık Türkçesi öğretim programı tasarlamayı amaçlamıştır. Nitel bir vaka çalışması tasarımı kullanan çalışma, paydaşların ihtiyaçlarını analiz etmek için derinlemesine görüşmeler yürütmüştür. Veriler, sağlık bilimlerindeki bireylerin belirli akademik ve profesyonel dil ihtiyaçlarını belirlemek için tanımlayıcı olarak analiz edilmiştir. Temalar ve kodlar halinde kategorize edilen bulgular, hedefler, içerik, öğretim etkinlikleri ve değerlendirme kriterleri dahil olmak üzere Sağlık Türkçesi öğretim programı geliştirmek için kullanılmıştır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Yöntem

Araştırma Yöntemi

Bu çalışmada, yeni bir matematiksel modelleme dersi programının geliştirilmesi ve bu programın etkinliğinin değerlendirilmesi amacıyla Tasarım ve Geliştirme Araştırması (TGA) modeli benimsenmiştir. TGA, eğitim alanında yeni ürünler, yöntemler veya programlar geliştirmek ve bunların etkinliğini değerlendirmek için sıklıkla kullanılan sistematik bir araştırma yöntemidir (Richey & Klein, 2014). TGA'nın, Tip 1 ve Tip 2 olmak üzere iki başlık altında incelenir. Tip 1 araştırmaları, ürün ve araç geliştirme odaklı iken Tip 2 araştırmaları ise model geliştirme odaklıdır (Richey vd., 2004). Tip 1 TGA, öğretim programları, materyaller veya süreçler gibi eğitimsel araçların geliştirilmesine odaklanır. Özellikle, mevcut çalışmalarda matematiksel modelleme eğitimi almış bireylerin modelleme yeterlikleri ve kazanımları üzerine yapılan incelemeler ışığında, bu çalışmada geliştirilecek olan program, öğrencilerin matematiksel modelleme becerilerini daha etkin bir şekilde geliştirmeyi hedeflemektedir. Bu bağlamda, çalışmada TGA'nın Tip 1 türü kullanılacaktır.

Richey ve Klein (2014), TGA çalışmalarının nicel, nitel veya karma yöntemlerle çalışılabileceğini belirtmiş olsalar da çoğunlukla TGA'da nitel araştırma yöntemlerine başvurulduğu görülmüştür (Boling, 2010; Tanner, 2021; Tracey & Hutchinson, 2016). Bu araştırmada, nitel veri toplama yöntemleri kullanılmıştır. Veri toplama sürecinde, doküman incelemesi, görüşme ve gözlem tekniklerine başvurulmuştur. Doküman incelemesi kapsamında; ilgili alandaki yayınlar, resmi dokümanlar, üniversite web siteleri gibi çeşitli kaynaklar incelenmiştir. Program tasarısı geliştirme sürecinde; bu alanda çalışmalar yapmış öğretim elemanları, matematiksel modelleme eğitimi üzerine yüksek lisans tezi bulunan matematik öğretmenleri ve lisans eğitimine devam eden matematiksel modelleme eğitimi almış öğretmen adayları ile mülakatlar yapılmıştır. Hazırlanan tasarımın uygulanması sırasında dersi araştırmacı ve bir uzman gözlemlemiş olup bu bilgiler ışığında zengin bir veri havuzu oluşturulmuştur.

Çalışma Grubu ve Veri Kaynakları

Araştırmanın veri kaynaklarını, matematiksel modelleme eğitimi veren üniversite web siteleri oluşturmaktadır. Araştırma kapsamında 127 devlet üniversitesinin web sitesi incelenmiş; 75 devlet üniversitesinde ilköğretim matematik öğretmenliği lisans programı, 13

devlet üniversitesinde ise matematik öğretmenliği lisans programı olduğu görülmüştür. İncelenen 75 üniversitenin web sitesinde 10 Matematik Öğretmenliği Lisans Programı, 56 İlköğretim Matematik Öğretmenliği Lisans Programı olmak üzere toplam 66 lisans programında matematiksel modelleme dersi olduğu görülmüştür. Bu web sitelerinden doküman analizi yapılarak ilgili veri kaynakları elde edilmiştir.

Araştırmanın katılımcılarını ise matematiksel modelleme üzerine çalışmalar yapmış ve Atatürk Üniversitesi, Erzincan Binalı Yıldırım Üniversitesi ve Muş Alparslan Üniversiteleri eğitim fakültelerinde matematiksel modelleme dersini yürüten 4 öğretim elemanı; matematiksel modelleme eğitimi üzerine yüksek lisans çalışması yapmış ve Türkiye'nin çeşitli illerinde görev yapmakta olan 10 matematik öğretmeni; Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi'nde lisans eğitimlerine devam eden ilköğretim matematik öğretmenliği lisans programı üçüncü ve dördüncü sınıf öğrencisi olan 22 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Araştırmanın katılımcılarının belirlenmesinde, amaçlı örnekleme yöntemlerinden “ölçüt temelli örnekleme” yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın amacına uygun olarak, derinlemesine inceleme için belirli özelliklere sahip durumların seçilmesi gerekmektedir. Bu nedenle, “ölçüt örnekleme yöntemi” tercih edilmiştir. Neuman'a (2007) göre, ölçüt temelli örnekleme, araştırmacının belirlediği spesifik ölçütlere uygun durumların kasıtlı olarak seçildiği bir örnekleme yöntemidir. Bu çalışmada, ölçüt örnekleminin kullanılması, araştırmanın amacı ve alt problemleri doğrultusunda araştırma sorularına daha derinlemesine ve odaklı yanıtlar bulunmasını sağlamıştır. Bu çalışmada, araştırmacı tarafından belirlenen katılımcıların belirlenmesinde kullanılan ölçütler şunlardır:

- Araştırmaya katılımcı olarak belirlenecek öğretim elemanlarının matematiksel modelleme eğitiminde uzman olmaları (matematiksel modelleme üzerine tez çalışması veya yayın yapmış olmaları) ve lisans veya lisansüstü eğitiminde matematiksel modelleme dersi yürütüyor olmaları.
- Araştırmaya katılımcı olarak seçilen matematik öğretmenlerinin lisans veya lisansüstü eğitimlerinde matematiksel modelleme dersi almış olmaları ve lisansüstü eğitimleri sonunda matematiksel modelleme ile ilgili tez çalışması yapmış olmaları.
- Araştırmaya katılımcı olarak seçilen matematik öğretmeni adaylarının ise lisans eğitimleri boyunca matematiksel modelleme dersi almış olmaları.
- Katılımcıların gönüllü olmaları.

Matematiksel modelleme dersi öğretim programı taslağının oluşturulması ve uygulanması sürecinde, çevrim içi çalıştay yöntemiyle görüşlerine başvurulmuş uzmanlar şu şekildedir: Araştırmacının tez izleme komitesini oluşturan, ikisi matematik eğitimi alanında

ve biri program geliştirme alanında uzman olmak üzere üç öğretim elemanı; çeşitli üniversitelerde matematiksel modelleme alanında uzmanlığı bulunan ve bu dersi lisans veya lisansüstü düzeyde yürüten beş öğretim elemanı ayrıca Atatürk Üniversitesi'nde program geliştirme alanında çalışan bir öğretim elemanı sürece katkı sağlamıştır.

Veri Toplama Araçları

Veri toplama teknikleri ve bu tekniklerin araştırmaya uyarlanmış olan formları olan veri toplama araçları, bu araçlarının geçerlik ve güvenirlikleri bu başlık altında ayrıntılarıyla verilmiştir. Araştırma soruları bağlamında hangi veri toplam araçları kullanıldığı Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6. *Araştırma Soruları Bağlamında Kullanılan Veri Toplama Araçları*

Araştırma Soruları	Veri Toplama Araçları	
1	Alan Yazını Taraması Doküman İncelemesi	Üniversite web sayfalarında yer alan ders bilgi paketleri
2	Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu	Öğretim elamanları Matematik öğretmenleri Öğretmen adayları
3	Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu Gözlem Formu	Öğretmen adayları Uzmanlar
4	Uzman Görüşü	Matematik eğitimi ve program geliştirme uzmanları

Tablo 6'da görüldüğü üzere araştırma sorularına yönelik veri toplama sürecinde, çeşitli yöntemler ve katılımcı grupları kullanılmıştır. Birinci araştırma sorusu için üniversitelerin ders bilgi paketleri doküman incelemesine tabi tutulurken; ikinci ve üçüncü sorular öğretim elamanları, öğretmenler ve öğretmen adaylarıyla yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler ve gözlemler yoluyla ele alınmıştır. Son araştırma sorusu ise matematik eğitimi ve program geliştirme alanlarında uzman görüşleriyle desteklenmiştir. Bu çok yönlü veri toplama yaklaşımı, araştırmanın farklı boyutlarının kapsamlı bir şekilde incelenebilmesine olanak sağlamıştır.

Alan Yazını Taraması

Veri toplamada kullanılan ilk yöntem olan alan yazını taraması; belirli bir konu ile ilgili önceden var olan bilgilerin amaçlı olarak incelenmesi ve değerlendirilmesidir. Bir araştırmacı araştırmaya başlamadan önce, önceki çalışmalar ve konu ile ilgili kavramsal çerçeve hakkında bilgi sahibi olmalıdır. Alan yazını taraması, araştırma konusu ve alt konularıyla ilgili bilgilerin ve araştırma bulgularının belirlenmesiyle başlar. Bu sayede

araştırma probleminin tanımlanması kolaylaşır. Bu süreç, araştırma yolculuğunun tamamı için olmazsa olmazdır (Büyüköztürk vd., 2012).

Alan yazını taraması ile alan yazınında bulunan yazılı kaynaklar taranmıştır. Matematiksel modelleme ile ilgili çalışmalar, program geliştirme ile ilgili çalışmalar ve yükseköğretim ve Bologna süreci ile ilgili çalışmalar incelenmiştir. Alan yazını çalışmalarına çalışma süresince başvurulmuştur.

Doküman İncelemesi

Doküman incelemesi; bireysel veya kurumsal kaynaklardan elde edilen mektup, otobiyografi, günlük, öğrenci kayıt raporları ve çalışan bilgileri gibi yazılı materyallerin yanı sıra film ve video gibi görsel materyallerin incelenerek araştırma sorularına cevap aranmasına yönelik bir yöntemdir (Yıldırım & Şimşek, 2011). Çalışmada doküman incelemesi kapsamında YÖK ve üniversitelerin web siteleri incelenmiştir. Web sitelerinde ders içerik kısımları detaylı şekilde araştırılmıştır.

Görüşme

Görüşme, bireylerden veya gruptan bilgi almak amacıyla yapılan konuşmalar şeklinde tanımlanabilir (Berg, 2001; Gay vd., 2012; Given, 2008). Konuya, zamana ve kişilere bağlı olarak yapılandırılmış ve yapılandırılmamış olmak üzere iki şekilde uygulanır. Görüşme formu hazırlanmış şekilde ise yapılandırılmış, sorular hazırlanmamış ve görüşme sürecinin gidişatına göre yapılırsa yapılandırılmamış görüşme olarak adlandırılır. Araştırmacının kendi gözlemleyemediği konuyla ilgili ve tecrübeli kimselerin görüşleri alınmak için yapılır (Stake, 2010).

Çalışmada hem ihtiyaç analizi kısmında hem de hazırlanan program tasarısı uygulaması sonunda yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. İhtiyaç analizi kısmında alan yazını incelemesi sonunda hazırlanan görüşme formu başlangıçta otuz sorudan oluşan soru havuzundan seçilmiştir. Araştırmacı tarafından program tasarısının dört boyutuyla ilgili olacak şekilde on iki soruya düşürülmüştür. Daha sonra bu on iki soru üç uzman görüşüne sunulmuştur. Benzer soruların ayıklanması bazı soruların birleştirilmesiyle yedi soruya düşürülerek oluşturulan mülakat soruları gerekli düzenlemeler yapılarak uygulanmıştır.

Çalışmanın ihtiyaç analizi kısmında kullanılan üç farklı görüşme formu için hem öğretmen adaylarından hem öğretmenlerden hem de öğretim elemanlarından görüş alınmıştır. Katılımcıların izni ile yapılan görüşmeler ses kayıt cihazı ile kayıt altına alınmıştır. Ayrıca program tasarısı uygulanması sonrasında uygulamaya katılan öğretmen adaylarına uygulanan aynı görüşme formu kullanılarak görüşmeler yapılmıştır. Görüşme formları EK1’de sunuludur.

Gözlem Formu

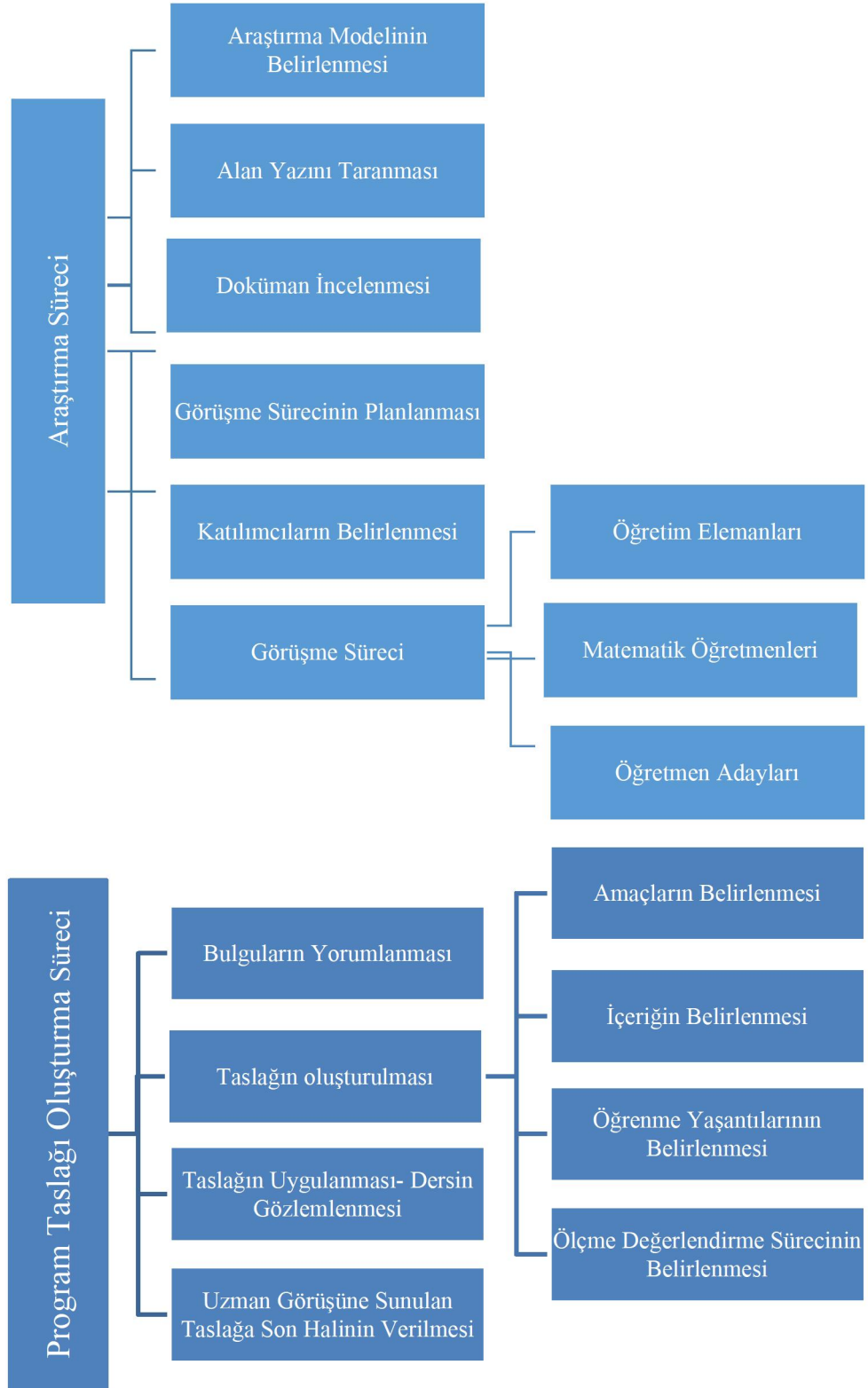
Gözlem, nitel araştırmalarda veri toplamak için kullanılan temel araçlardan biridir. Gözlemcinin beş duyusu aracılığıyla, genellikle bir form yardımıyla, saha ortamında bir olguyu not etme ve bunu bilimsel amaçlar için kaydetme eylemidir (Angrosino, 2007). Gözlemler araştırma amacına ve sorularına dayanır. Gözlem sırasında gözlemci; fiziksel ortamı, katılımcıları, aktiviteleri, etkileşimleri, konuşmaları ve kendi davranışlarını izler. Görme, duyma, dokunma, koklama ve tatma gibi duyular kullanılabilir. Gözlem geniş bir şekilde başlayabilir ve ardından araştırma sorularına yoğunlaşarak devam ettirilir (Creswell, 2013).

Çalışmada hazırlanan taslak programa göre uygulanan matematiksel modelleme dersi, on dört hafta boyunca araştırmacı ve bir uzman tarafından gözlemlenmiştir. Gözlem için araştırmacı ve uzman tarafından gözlem formu oluşturulmuştur. Dokuz sorudan oluşan gözlem formunda amaç; içerik, öğrenme-öğretme yaşantıları ve değerlendirme boyutları ile ortamın fiziksel ve psikolojik özellikleri gözlem formunun alt boyutlarını oluşturmaktadır. Gözlem formu EK 2’de yer almaktadır.

Araştırma Süreci

Araştırma sürecinin başından sonuna kadar izlenen adımlar, Şekil 20’de sunulan akış şemasında detaylı olarak gösterilmektedir.

Şekil 20. Araştırma Süreci Akış Şeması



Şekil 20’de sunulan araştırma süreci akış şeması iki bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm “araştırma süreci” olup bu bölümde araştırma modeli belirlenmiş, alan yazını taranmış, üniversite web sitelerinde doküman analizi yapılmıştır. Daha sonra görüşme süreci planlanmış, katılımcılar belirlenmiştir. Katılımcıların belirlenmesiyle görüşme süreci başlamıştır. Matematiksel modelleme üzerine çalışmalar yapmış öğretim elemanları, matematiksel

modelleme eğitimi üzerine yüksek lisans tez çalışması yapmış olan matematik öğretmenleri ve lisans eğitimine devam eden matematiksel modelleme eğitimi almış öğretmen adayları ile görüşmeler yapılmıştır.

İkinci bölüm “program taslağı oluşturma süreci” olup bu bölümde öncelikle araştırma sürecinde elde edilen bulgular yorumlanmıştır. Ardından bulgular ışığında program taslağı oluşturulmuştur. Oluşturulan taslak uygulanmış ve uygulama sırasında gözlemler yapılmıştır. Son olarak uzman görüşüne sunulan taslağa son hali verilmiştir.

Verilerin Analizi

Nitel verilerin analizi; veri hazırlama ve düzenleme, kodlama, tema geliştirme ile bulguların şekil, tablo veya bir anlatı şeklinde sunulması dahil olmak üzere çeşitli aşamaları içerir. Bu adımlar literatürde nitel veri analizinin temeli olarak yaygın olarak kabul edilmektedir (Creswell, 2016; Madison, 2005; Patton, 2014; Yıldırım & Şimşek, 2013).

Creswell (2016), bir araştırma projesinde veri toplama, analiz etme ve raporlamanın bağımsız adımlardan ziyade birbirine bağlı olduğunu savunur. Nitel veri analizi süreci standartlaştırılmamış olsa da genellikle döngüsel bir örüntü izler.

Verilerin Düzenlenmesi: Araştırmacılar, topladıkları verileri (röportajlar, gözlemler, dokümanlar vb.) bilgisayar ortamında düzenler ve analiz için uygun hale getirir. Bu aşamada, verilerin okunabilirliği ve erişilebilirliği sağlanır.

Okuma ve Not Alma: Araştırmacılar, düzenlenen verileri dikkatlice okur ve araştırmayla ilgili ilk izlenimlerini not ederler. Bu notlar, daha sonraki analiz aşamalarında kullanılacak olan veriler için temel bir çerçeve oluşturur.

Kodlama ve Tema Oluşturma: Verilerdeki önemli kavramlar ve temalar belirlenir ve bu kavramlara kodlar atanır. Bu kodlar, verilerin daha küçük parçalara ayrılmasını ve benzer temalara göre gruplandırılmasını sağlar. Oluşturulan kodlar daha sonra daha geniş temalara dönüştürülür.

Yorumlama: Son aşamada, araştırmacı, oluşturulan temalar ve bulguların anlamını yorumlar. Bu yorumlama, araştırmanın teorik çerçevesi ve mevcut literatürle ilişkilendirilir. Yorumlama, araştırmacının kişisel görüşleri ve sezgisel becerileriyle birlikte, verilerin daha geniş bir bağlamda anlamlandırılmasını sağlar.

Araştırmada toplanan verilerin analizinde bu aşamalar izlenmiştir. Çalışma kapsamında veri analiz sürecine ait araştırma soruları, kullanılan veri araçları ve veri analizi yöntemleri arasındaki ilişki Tablo 7’de gösterilmiştir.

Tablo 7. Araştırma Soruları Bağlamında Kullanılan Veri Analizi Yöntemleri

Araştırma Soruları	Veri Toplama Araçları	Veri analizi
1	Alan Yazını Taraması Doküman İncelemesi	Doküman Analizi
2	Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu	Betimsel Analiz
3	Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu Gözlem Formu	Betimsel Analiz
4	Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu Gözlem Formu Uzman Görüşü	Betimsel Analiz

Tablo 7 incelendiğinde, araştırma sorularına yönelik veri analiz sürecinde farklı yöntemlerin kullanıldığı görülmektedir. Birinci araştırma sorusu kapsamında alanyazın taraması ve doküman incelemesi yoluyla elde edilen veriler, doküman analizi tekniği ile çözümlenmiştir. İkinci ve üçüncü araştırma soruları için yarı yapılandırılmış görüşme formları ve gözlem formlarından toplanan veriler, betimsel analiz yöntemiyle değerlendirilmiştir. Dördüncü araştırma sorusunda ise yarı yapılandırılmış görüşmeler, gözlemler ve uzman görüşleri yine betimsel analiz yaklaşımıyla analiz edilmiştir. Bu çok yönlü analiz yaklaşımı, araştırma bulgularının sistematik ve güvenilir bir şekilde ortaya konulmasını sağlamıştır.

Doküman Analizi

Doküman analizi, belgesel analiz veya belge incelemesi olarak da bilinir; mevcut belgelerin sistematik olarak toplanmasını, incelenmesini ve analiz edilmesini içerir. Hem basılı hem de elektronik materyaller dahil olmak üzere belgelerin amaçlı bir şekilde aranmasını ve değerlendirilmesini içeren bir araştırma yöntemidir. Bu süreç, belirli bir olguyu anlamak veya belirli araştırma sorularını cevaplamak için belgelerin tanımlanmasını, alınmasını, okunmasını ve yorumlanmasını kapsar. Karasar'a (2005) göre doküman analizi, belirli bir amaçla kaynakları bulmayı, okumayı, notlar almayı ve değerlendirmeyi içerir. Bowen (2009) bunu hem basılı hem de elektronik materyallerin incelenmesi ve değerlendirilmesi olarak tanımlar. Başka bir tanıma göre, incelenen olgu hakkında bilgi içeren yazılı materyallerin incelenmesidir (Yıldırım ve Şimşek, 2005). Ekiz (2015) ise doküman analizini resmi veya özel kayıtların toplanması, sistematik olarak incelenmesi ve değerlendirilmesi olarak nitelendirir.

Matematiksel modelleme ders içeriği için YÖK'ün internet sitesi incelenmiş ve ilköğretim matematik öğretmenliği ile matematik öğretmenliği lisans programları ayrı ayrı değerlendirilmiştir. İlköğretim matematik öğretmenliği lisans programında dersin isimleri

farklı olsa da ders bilgilerinin aynı bulunduğu görülmüştür. YÖK-Atlas internet sitesinden ilköğretim matematik öğretmenliği ve matematik öğretmenliği lisans bölümlerinin hangi devlet üniversitelerinde bulunduğu belirlenmeye çalışılmıştır. Ancak sistemin güncel olmaması nedeniyle tüm devlet üniversite siteleri tek tek incelenmiştir.

Araştırmanın amacı doğrultusunda ilgili web sitelerindeki matematiksel modelleme dersi ile ilgili bilgiler; amaçlar ve hedefler, içerik, öğretim yöntemleri ve stratejileri ile değerlendirme ve geri bildirim boyutları bağlamında incelenmiştir. Üniversitelerin web sayfalarından elde edilen bilgiler bir araya getirilerek yorumlanmış ve tablo haline getirilerek bulgular bölümünde sunulmuştur.

Doküman analizinde geçerlik ve güvenilirliği sağlamak için yalnızca dokümanların incelenmesi yeterli olmayıp; kaynağın niteliği, oluşum süreci ve bağlamsal özelliklerinin sistematik bir şekilde yorumlanması gerekmektedir. Ayrıca, elde edilen bulguların farklı veri kaynaklarıyla desteklenmesi ve gerektiğinde doküman analizini tamamlayıcı nitelikte ek yöntemlerin (örneğin görüşme, gözlem) kullanılması literatürde önerilen temel yaklaşımlardandır (Sak vd., 2021). Doküman analizi kısmında yukarıda belirtilen geçerlik ve güvenilirliği sağlama işlemleri titizlikle uygulanmıştır.

Gözlem Verilerinin Analizi

Gözlem formu; uygulama boyunca her hafta ders sürecinde ve sonunda, araştırmacı ve bir uzman tarafından dersin gözlemlenmesi amacıyla doldurulan formdur. Bu gözlem formunda yer alan; amaç, içerik, öğrenme öğretme yaşantıları ve değerlendirme boyutları gözlem formunun alt boyutlarını oluşturmaktadır. Formda, ayrıca ortamın fiziksel ve psikolojik özellikleri ile zaman yönetimine ilişkin sorulara da yer verilmiştir. Gözlem formundan elde edilen verilerden bir sonraki ders ve eylem planlarının geliştirilmesinde yararlanılmıştır. Ayrıca bu verilerden veri çeşitliliğinin ve dolayısıyla araştırmanın inandırıcılığının sağlanması için yararlanılmıştır.

Çalışmada gözlem verilerinin analizinde betimsel analiz yöntemi kullanılmıştır. Betimsel analiz, araştırma verilerini organize edilmiş ve yorumlanmış bir şekilde sunmayı amaçlar. Çoğu durumda veriler önceden tanımlanmış temalara göre kategorilere ayrılır. Bu kategorilerle ilgili bulgular özetlenir ve araştırmacı öznel bilgisine dayalı yorumlar yapar. Ek olarak, araştırmacı bulgular arasında neden-sonuç ilişkileri kurar ve olgular arasındaki yapısal farklılıkların karşılaştırmalı analizlerini yürütebilir (Kitzinger, 1995; Kvale, 1994). Betimsel analiz dört aşamalı bir süreci içerir. Betimsel analiz sürecinin ilk aşamasında, araştırma soruları, kavramsal çerçeve ve görüşme/gözlem boyutları temel alınarak bir analiz çerçevesi

geliştirilir (Crabtree & Miller, 1999). Creswell (2002) bu çerçevenin verilerin nasıl kategorize edileceğini, temalandırılacağını ve bulguların sunum şeklini belirlediğini vurgular. Hay (2000) ve Marshall ve Rossman (2014) ise önceden oluşturulmuş bir kavramsal çerçeve olmadan yürütülen betimsel analizin veri kaybına ve yanlış organizasyona yol açabileceği konusunda uyarır. Miles ve Huberman (1994) bu nedenle araştırmacıların, analiz öncesinde araştırma problemini derinlemesine anlayan sağlam bir kavramsal çerçeve geliştirmesi gerektiğini savunur.

İkinci aşamada, Seidman (2006) toplanan verilerin sistematik şekilde incelenerek önceden belirlenen tematik çerçeveye göre düzenlendiğini belirtir. Crabtree ve Miller (1999) bu süreçte bazı verilerin çerçeve dışında kalabileceğini veya temalarla uyumsuz olabileceğini, ancak yine de doğrudan alıntılar ve güçlü örnekler seçilerek bulguların desteklenmesi gerektiğini ifade eder. Üçüncü aşamada, düzenlenen verilerin açıklandığını ve alıntılarla desteklendiğini vurgulayan Creswell (2002), son aşamada ise Marshall ve Rossman'ın (2014) bulguların yorumlanarak birbirleriyle ilişkilendirildiği ve anlamlandırıldığı görüşüne katılır.

Gözlem formu verilerinin analiz edilmesi aşamalar şeklinde şöyle gerçekleştirilmiştir:

Betimsel bir analiz çerçevesi oluşturma: Araştırmacı ve bir uzman tarafından doldurulan gözlem formunda bulunan veriler word ortamına aktarılmıştır. Yazıya dökülen veriler bir uzman tarafından da incelenmiş ve hatalar düzeltilmiştir. Verilerin analizinde formu dolduran araştırmacı ve uzamın görüşleri bir analiz birimi olarak kabul edilmiştir.

Tematik çerçeveye göre verilerin işlenmesi: Verilerin Word'e aktarılması ve analiz birimlerinin belirlenmesinin ardından gözlem formunda yer alan sorular temel alınarak ve bu soruların yanıtlarını kapsayacak seçeneklere yer verilerek; dersin giriş bölümü, öğretmen öğrenme süreci, materyal kullanımı, öğrenci katılımı, derse ilişkin öğrenme kazanımlarının kazandırılması, değerlendirme bölümü, zaman yönetimi, ortamın fiziksel ve psikolojik özellikleri ve öneriler adlı temalar şeklinde kodlanmıştır. Araştırmanın bulgular bölümünde gözlem yapan uzmanların isimlerine yer verilmemiştir. Uzmanlar için U1 ve U2 kodları kullanılmıştır.

Bulguların belirlenmesi: Verilerden ortaya çıkan temalar ve alt temalar metinden doğrudan alıntılarla doğrulanmıştır. Ortak temalar araştırma bulguları olarak yorumlanmıştır.

Bulguların yorumlanması: Bu aşamada açıklanan bulgular detaylandırılarak birbirleriyle ilişkilendirilmiş ve anlamlandırılmıştır.

Görüşme Verilerinin Analizi

Hem program tasarısı ihtiyaç analizi aşamasında hem de hazırlanan program tasarısı uygulaması sonunda yapılandırılmış görüşmelerin analizi şu şekilde yapılmıştır:

Betimsel bir analiz çerçevesi oluşturma: Görüşmeler sonucu elde edilen ses kayıtları dinlenerek veriler Word'e aktarılmıştır. Yazıya dökülen veriler bir uzman tarafından da incelenmiş ve hatalar düzeltilmiştir. Verilerin analizinde öğretim elemanlarının, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin görüşleri bir analiz birimi olarak kabul edilmiştir.

Tematik çerçeveye göre verilerin işlenmesi: Verilerin Word'e aktarılması ve analiz birimlerinin belirlenmesinin ardından görüşme formunda yer alan sorular temel alınarak ve bu soruların yanıtlarını kapsayacak seçeneklere yer verilerek programın amaç ve hedefleri, içeriği, öğrenme öğretme süreci (öğretim yöntem ve stratejileri) ve değerlendirme ve geri bildirim ile öneriler adlı temalar şeklinde kodlanmıştır. Araştırmanın bulgular bölümünde görüşme yapılan öğretim elemanlarının, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin isimlerine yer verilmemiştir. Öğretim elemanları için H1, H2, H3, H4, öğretmen adayları için Ö1,Ö2,...,Ö10, öğretmenler için T1, T2,...,T11 şeklinde kodlar kullanılmıştır.

Bulguların belirlenmesi: Verilerden ortaya çıkan temalar ve alt temalar metinden doğrudan alıntılarla doğrulanmıştır. Ortak temalar araştırma bulguları olarak yorumlanmıştır.

Bulguların yorumlanması: Bu aşamada açıklanan bulgular detaylandırılarak, birbirleriyle ilişkilendirilmiş ve anlamlandırılmıştır. Tablo 8'te kodlama örneği verilmiştir.

Tablo 8. Örnek Kodlama

Katılımcı Kodu	Ham Veri (Alıntı)	Tema	Alt Tema
H1	"Matematiksel modelleme bilgisine... matematik içselleştirme becerisi, işte basitleştirme becerisi gibi bizzat bu becerilere sahip olmaları gerekiyor."	Hedefler	Bilişsel hedefler (Matematiksel modelleme bilgisi ve becerisi öğrenme çıktısı)
H4	"Matematiksel modelleme öğretimine kendini ikna etmesi lazım ve bunun değerli olduğunu... Zaman kaybı olarak görmemesi lazım."	Hedefler	Duyuşsal hedefler (Modellemeye yönelik olumlu tutum geliştirme)
H3	"Matematiksel modellemede herhangi bir araç kullanma ya da bir teknolojiyi entegre edebilme becerisi..."	Hedefler	Psikomotor hedefler (Araç-gereç ve teknoloji kullanım becerisi)

Tablo 8'te yer alan örnek kodlama çalışması, araştırmada kullanılan nitel veri analiz sürecine ilişkin tematik yapının nasıl oluşturulduğunu göstermektedir. Katılımcılardan elde edilen ham veriler (alıntılar), öncelikle "Hedefler" ana teması altında sınıflandırılmış; daha sonra bu tema, bilişsel (matematiksel modelleme bilgi ve becerisi), duyuşsal (olumlu tutum geliştirme) ve psikomotor (teknoloji kullanım becerisi) alt temalarına ayrılarak

detaylandırılmıştır. Bu kodlama yapısı, katılımcı görüşlerinin matematiksel modelleme eğitiminin farklı boyutlarını nasıl yansıttığını sistematik bir şekilde ortaya koymaktadır. Temaların ve alt temaların oluşturulmasında, katılımcıların ifadelerinde vurgulanan doğrudan kavramlar ve bu kavramların Bloom taksonomisindeki hedef alanlarıyla uyumu dikkate alınmıştır. Bu analiz yaklaşımı, verilerin bütüncül bir şekilde yorumlanabilmesine olanak tanımıştır.

Uzman Görüşü

Araştırmada tasarlanan öğretim programı taslağını görüşmek üzere öğretim programı alanında ve matematiksel modelleme alanında uzman on öğretim elemanının katıldığı çevrimiçi bir çalıştay düzenlenmiştir. Çalıştay öncesi araştırmacı tarafından Demirel'in (2012) program değerlendirme modeli benimsenerek hazırlanan sorular çalıştaya katılacak öğretim elemanlarına gönderilmiş ve değerlendirme kriterleri belirlenmiştir. Yaklaşık 2 saat süren çalıştayda öncelikle araştırmacı tarafından program tasarısı geneli, ihtiyaç belirleme süreci ve program tasarısı alt boyutları hakkında sunum yapılmıştır. Ardından daha önce uzmanlara gönderilen değerlendirme kriterlerine göre uzman görüşleri video ile kayıt altına alınmıştır.

Araştırmacının Rolü

Nitel araştırma, araştırmacıların veri kaynaklarına yakın olmalarını, veri toplamayı kişisel olarak yapmalarını ve araştırma konusu hakkında derin bir anlayışa sahip olmalarını gerektirir. Bu, bulguların güvenilirliğini ve inandırıcılığını sağlamak için önemlidir (McMillan & Schumacher, 2010). Bu kapsamda araştırmacının rolü şöyledir:

- Araştırmacı alan yazını taramasında,
- İhtiyaç analizi kapsamında üniversite web sitelerinde yer alan matematiksel modelleme dersi ile ilgili verilerin toplanmasında,
- İhtiyaç analizi için dört öğretim elemanı, on bir öğretmen adayı ve on öğretmen görüşmelerin gerçekleştirilmesinde,
- Hazırlanan ders öğretim programının uygulama sürecinde gözlemci olarak takip edilmesinde,
- Uygulanan yeni ders programı sonrasında on bir öğretmen adayı ile görüşmelerin gerçekleştirilmesinde,
- Toplanan verilerin analiz edilmesinde,
- Hazırlanan programının uzman görüşü ile değerlendirilmesi aşamasında değerlendirme formu hazırlanmasında aktif rol almıştır.

Geçerlik ve Güvenirlik

Araştırmanın büyük bölümü nitel araştırma yaklaşımlarına göre yürütüldüğünden geçerlik ve güvenirlik çalışmaları için; inandırıcılık, aktarılabilirlik, teyit edilebilirlik ve tutarlılık başlıkları altında açıklanmıştır (Lincoln & Guba, 1985; Merriam, 1998).

Geçerlikte inandırıcılık ve aktarılabilirlik adına şunlar yapılmıştır:

- Çeşitlendirme için farklı veri toplama araçları kullanılmıştır.
- Çalışma yaklaşık iki yıl gibi uzun bir sürede gerçekleştirilmiştir.
- Çalışmanın tüm aşamalarında, araştırma sürecinin metodolojik geçerliğini sağlamak amacıyla alan uzmanlarından danışmanlık desteği alınmıştır. Özellikle gözlem formları, görüşme protokolleri ve değerlendirme rubriklerinin geliştirilmesi sürecinde, öğretim programı geliştirme ve değerlendirme ile matematiksel modelleme alanlarında uzmanlığı bulunan akademisyenlerin görüşlerine başvurulmuştur

Güvenirlikte tutarlılık ve teyit edilebilirlik adına şunlar yapılmıştır:

- Araştırma sürecinde kullanılan tüm görüşme ve gözlem formları, görüşmelerden ve gözlemlerden elde edilen veriler, çalıştay toplantı notları ile ilgili kayıtlar dijital ortamda saklanmıştır.
- Süreç boyunca tüm veriler uzman tarafından kontrol edilmiş ve analizdeki tutarlılık sağlanmıştır.
- Çeşitli veri kaynakları ve analiz yöntemleri çalışma boyunca kullanılmıştır.
- Çalışmada, öğretim elemanının matematiksel modelleme dersine ilişkin ölçme-değerlendirme uygulamalarına dair ifadelerinin geçerliğini sağlamak amacıyla, aynı öğretim elemanından ders almış bir öğrenciyle yarı yapılandırılmış görüşme gerçekleştirilmiş ve veriler teyit edilmiştir.

Öğretim elemanı cevabı: *“Ders kapsamında öğrencilerin modelleme becerilerini bütüncül olarak değerlendirmek için proje tabanlı performans görevleri, açık uçlu problem çözme etkinlikleri ve süreç değerlendirme rubrikleri kullanıyorum. Bu yöntemler, dersin temel amacı olan 'gerçek yaşam problemlerini matematikselleştirme ve analiz etme' yetkinliğini ölçmede etkilidir çünkü öğrencilerin model oluşturma, test etme ve revize etme süreçlerini doğrudan gözlemlemeye olanak tanır.”*

Öğrenci Cevabı (Teyit Edici Örnek):

"Hocamızın derste uyguladığı proje görevleri ve rubrikler, modelleme sürecindeki tüm aşamaları (problemi anlama, matematikselleştirme, sonuçları yorumlama) kapsadığı için adil bir değerlendirme sağlıyordu. Özellikle ara kontrol noktalarında aldığımız geri bildirimler, eksiklerimizi gidermemiz açısından oldukça yararlıydı. Geleneksel sınavlardan farklı olarak, bu yöntemler gerçekten modelleme becerilerimizin gelişimini yansıtıyordu."

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Bulgular

Bu bölümde eğitim fakültelerinin ilköğretim matematik ve matematik öğretmenliği lisans programlarında okutulan matematiksel modelleme dersi için ihtiyaç belirleme çalışmaları kapsamında elde edilen bulgular ile, araştırmacılar tarafından hazırlanan öğretim programı tasarısının uygulama sonrası elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Elde edilen bulgulara dayalı olarak açıklamalar ve yorumlar yapılmış, bulgular araştırma problemlerine göre değerlendirilmiştir.

Üniversite Web Sitelerinde Bulunan Verilere Göre Eğitim Fakültelerinde İlköğretim Matematik ve Matematik Öğretmenliği Lisans Programında Uygulanan Matematiksel Modelleme Dersinin Öğretim Programlarının Tanımlanmasına İlişkin Bulgular

Üniversite web sayfalarında bulunan ders kataloglarında derslerin amaç ve hedefleri, içerik, öğretim yöntem ve stratejileri ile değerlendirme ve geri bildirim boyutlarıyla ilgili verilen bilgiler bir araya getirilerek yorumlanmış ve Tablo 9’da sunulmuştur:

Tablo 9. *Üniversite Web Sitelerinde Bulunan Verilere Göre Eğitim Fakültelerinde İlköğretim Matematik ve Matematik Öğretmenliği Lisans Programında Uygulanan Matematiksel Modelleme Dersinin Öğretim Programları Boyutlarına Göre Bilgilerin Varlığı*

Üniversite Adı	Amaçlar ve Hedefler	İçerik	Öğretim Yöntemleri ve Stratejileri	Değerlendirme ve Geri Bildirim
Adıyaman Üniversitesi	+	+	-	+
Akdeniz Üniversitesi	+	+	-	+
Aksaray Üniversitesi	+	+	-	+
Amasya Üniversitesi	+	+	-	+
Anadolu Üniversitesi	-	-	-	-
Atatürk Üniversitesi	+	+	-	+
Atatürk Üniversitesi (Matematik Öğretmenliği)	+	+	-	+
Balıkesir Üniversitesi	+	+	-	+
Balıkesir Üniversitesi (Matematik Öğretmenliği)	+	+	+	+
Bartın Üniversitesi	+	+	+	+
Bayburt Üniversitesi	-	-	-	-
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi	-	-	-	-
Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi	+	-	+	+
Bursa Uludağ Üniversitesi	-	-	-	-
Çanakkale 18 Mart Üniversitesi	+	+	+	+
Çukurova Üniversitesi	+	+	+	+
Dicle Üniversitesi	+	+	-	+

Tablo 9 (Devamı)

Dicle Üniversitesi (Matematik Öğretmenliği)	+	+	-	+
Dokuz Eylül Üniversitesi	+	-	+	+
Dokuz Eylül Üniversitesi (Matematik Öğretmenliği)	+	-	+	+
Düzce Üniversitesi	-	-	-	-
Erciyes Üniversitesi	+	+	-	+
Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi	+	+	-	+
Fırat Üniversitesi	-	-	-	-
Gazi Üniversitesi	+	+	-	+
Gazi Üniversitesi (Matematik Öğretmenliği)	+	+	-	+
Giresun Üniversitesi	+	+	+	+
Hacettepe Üniversitesi	+	-	+	+
Hacettepe Üniversitesi (Matematik Öğretmenliği)	+	+	-	+
Hakkâri Üniversitesi	+	+	-	+
Harran Üniversitesi	+	+	-	+
Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi	+	+	-	+
İnönü Üniversitesi	+	+	-	+
İstanbul Medeniyet Üniversitesi	-	-	-	-
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi	-	-	-	-
Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi	+	-	+	+
Kastamonu Üniversitesi	-	-	-	-
Kırıkkale Üniversitesi	+	+	+	+
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi	+	-	+	+
Kilis 7 Aralık Üniversitesi	+	+	-	+
Kocaeli Üniversitesi	-	+	+	+
Kütahya Dumlupınar Üniversitesi	+	-	+	+
Manisa Celal Bayar Üniversitesi	+	+	+	-
Marmara Üniversitesi	+	+	+	+
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi	+	-	+	+
Muş Alparslan Üniversitesi	+	-	+	+
Necmettin Erbakan Üniversitesi	-	-	-	+
Necmettin Erbakan Üniversitesi (Matematik Öğretmenliği)	-	-	-	+
Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi	+	+	+	+
Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi	+	+	-	+
Ondokuz Mayıs Üniversitesi (Matematik Öğretmenliği)	+	+	-	+
Ordu Üniversitesi	-	-	-	-
Pamukkale Üniversitesi	+	+	-	-
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi	-	-	-	-
Sakarya Üniversitesi	+	+	+	+
Siirt Üniversitesi	-	-	-	-
Sinop Üniversitesi	+	+	-	+
Süleyman Demirel Üniversitesi	+	+	-	+
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi	+	+	-	+

Tablo 9 (Devamı)

Trabzon Üniversitesi (Matematik Öğretmenliği)	+	+	+	-
Uşak Üniversitesi	+	+	-	+
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi	+	+	-	+
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi (Matematik Öğretmenliği)	+	+	-	+
Yıldız Teknik Üniversitesi	+	+	-	+
Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi	-	-	-	-

Tablo 9'a göre üniversite web sayfalarında bulunan ders kataloglarında derslerin amaç ve hedefleri, içerik, öğretim yöntem ve stratejileri ile değerlendirme ve geri bildirim boyutlarıyla ilgili verilen bilgiler görülmektedir. Bu bilgiler incelendiğinde amaç ve hedefler boyutunda 50 üniversite ders kataloğunda bilgi girilmişken 16 üniversitenin ders kataloğuna herhangi bir bilgi girilmemiştir. İçerik boyutunda ise üniversite web sitelerinde yer alan ders kataloglarında 42 üniversite bilgi girişi yapmışken 24 üniversite web sitesinde bilgi girişi yapılmamıştır. Yine öğretim yöntem ve stratejileri boyutunda ise 21 üniversite bilgi girişi yapmışken 45 üniversite ders kataloğunda herhangi bir bilgi girişi yapılmamıştır. Değerlendirme boyutunda ise 50 üniversite web sayfasında bulunan ders kataloğunda bilgi varken 16 üniversite herhangi bir bilgi girişi yapmamıştır. Bu bilgiler ışığında üniversitelerin derslerin amaç ve hedefler boyutu ve değerlendirme ve geri bildirim boyutunu en fazla bilgi girişi yapılmışken, öğretim yöntem ve teknikleri bölümüne en az bilgi girişi yapıldığı görülmüştür. Dokuz üniversite web sayfasında tüm boyutlarda bilgi girişi yapıldığı görülmüştür. Bunlar; Balıkesir, Bartın, Çanakkale 18 Mart, Çukurova, Giresun, Kırıkkale, Marmara, Nevşehir Hacı Bektaş Veli ve Sakarya Üniversitesi'dir. Hiçbir boyutta bilgi bulunmayan üniversiteler ise Bayburt, Bolu Abant İzzet Baysal, Bursa Uludağ, Düzce, Fırat, İstanbul Medeniyet, Kahramanmaraş Sütçü İmam, Kastamonu, Ordu, Recep Tayyip Erdoğan, Siirt ve Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi olup 13 üniversite web sayfasında ders boyutları bilgisine rastlanmamıştır.

Tablo 10. Üniversitelerin Web Sayfalarında Yer Alan Modelleme ile İlgili Dersin İsimleri

Dersin Adı	İlköğretim Matematik Öğretmenliği	Matematik Öğretmenliği	Toplam
Matematik Öğretiminde Modelleme	45	3	48
Matematiksel Modelleme	9	7	16
Matematik Öğretiminde Problem Çözme ve Modelleme	2	-	2

Tablo 10 incelendiğinde üniversitelerin web sayfalarında dersin ismi üç farklı şekilde geçmektedir. Anadolu ve İstanbul Medeniyet Üniversitesi'nde dersin adı “Matematik Öğretiminde Problem Çözme ve Modelleme” şeklinde geçmektedir. Bu üniversitelerin ders katalogları incelendiğinde matematik öğretiminde problem çözme dersi ile matematik öğretiminde modelleme derslerinin içeriklerinin birleştirildiği ve tek ders altında verildiği anlaşılmıştır. İncelenen üniversite ders kataloglarında dersin bir diğer isminin “Matematiksel Modelleme” olduğu görülmüştür. Atatürk, Dicle, Dokuz Eylül, Gazi, Hacettepe, Kastamonu, Kocaeli, Marmara, Necmettin Erbakan ve Ondokuz Mayıs Üniversitelerinin ilköğretim matematik öğretmenliği lisans programlarında dersin adı “Matematiksel Modelleme” şeklindedir. Ayrıca yine Atatürk, Dicle, Dokuz Eylül, Gazi, Hacettepe, Necmettin Erbakan ve Ondokuz Mayıs Üniversiteleri matematik Öğretmenliği lisans programlarında dersin ismi “Matematiksel Modelleme” şeklindedir. Dersin ismi geriye kalan tüm üniversite ders kataloglarında “Matematik Öğretiminde Modelleme” şeklindedir. “Matematik Öğretiminde Modelleme” ismi dersin tam karşılığını vermemektedir. Matematik öğretiminde modelleme matematik öğretiminde somut materyaller, görselleştirme araçları veya pedagojik modeller kullanarak kavramların öğretilmesi anlamına gelmektedir. Dolayısıyla ders matematik eğitimi odaklı ve gerçek dünya problemlerinin matematikle nasıl modellendiğini incelediğinden, ders ismi için doğru ifade "Matematiksel Modelleme" olmalıdır. Bu yüzden hazırlanan program tasarısında dersin adı “Matematiksel Modelleme” olarak tercih edilmiştir.

Tablo 11. *Üniversite Web Sitelerinde Bulunan Verilere Göre Eğitim Fakültelerinde İlköğretim Matematik ve Matematik Öğretmenliği Lisans Programında Uygulanan Matematiksel Modelleme Dersinin Öğretim Programlarının Boyutları ile İlgili Bilgiler*

Üniversite Adı	Dersin Adı	Amaçlar ve Hedefler	İçerik	Öğretim Yöntem ve Stratejileri	Değerlendirme ve Geri Bildirim
Adıyaman Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme	Bu dersin sonunda öğrencilerin günlük hayat problem durumlarını matematikleştirerek uygun yapıları (kavramsal modelleri) geliştirmeleri hedeflenmiştir. Ayrıca etkili bir modelleme etkinliği hazırlanırken gerekli olan prensipleri (model yapılandırma prensibi, gerçeklik prensibi, kendi kendini değerlendirme prensibi gibi) geliştirmeleri de hedeflenmektedir. Tüm bu amaçlara ulaşabilmek için öğrencilere farklı günlük hayat problem durumları sunulacaktır. Öğrencilerden tüm bu model oluşturma etkinlikleri üzerinde çalışırken güçlü matematiksel yapıları/modelleri (tanımlamalar, açıklamalar ve yapılar) geliştirmeleri beklenmektedir. Dönem sonunda öğretmen adaylarından ilköğretim öğrencilerine yönelik model oluşturma etkinlikleri tasarımları/ geliştirmeleri beklenmektedir.	Matematik öğretiminde modeller ve modelleme süreci, modelleme döngüsü (problemi tanımlama, manipülasyon, tahmin ve doğrulama), model geliştirme basamakları, model geliştirme prensipleri (6 prensip), modelleme etkinliklerinin ilköğretim matematik sınıflarında uygulanması.		Birinci Ara Sınav % 20 İkinci Ara Sınav % 20 Yarıyıl Sonu Sınavı % 60
Akdeniz Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme	Bu derste öğrencilerin matematiksel modelleme kavramı ve modelleme süreçleri hakkında bilgi sahibi olmaları, farklı modelleme problemleri üzerinde çalışmaları, kendilerinin de modelleme problemleri geliştirmeleri, sınıf içi modelleme uygulamaları hakkında bilgilenmeleri, modelleme uygulamaları tasarımları, farklı örnekler üzerinden modelleme problemi çözen öğrencilerin sergiledikleri çözüm yaklaşımları ve düşünme süreçlerini inceleyip değerlendirmeleri amaçlanmaktadır. Öğrencilerin derste elde ettikleri bilgiler ve deneyimler ışığında öğretmenlik yaşantılarında modelleme uygulamaları geliştirme ve bu uygulamaları yürütme bilgi ve becerilerine sahip olmaları hedeflenmektedir.	Matematiksel modelleme ve problem çözme; matematik öğretiminde modeller ve modelleme süreci; modelleme döngüsü (problemi tanımlama, manipülasyon, tahmin ve doğrulama), model geliştirme basamakları; model geliştirme prensipleri; modelleme etkinliklerinin matematik sınıflarında uygulanması ve öğretmenin rolü; matematiksel modelleme etkinlikleri hazırlama ve öğrencilerin matematiksel düşünme süreçlerinin izlenmesi süreci; modelleme döngüsü (problemi tanımlama, manipülasyon, tahmin ve doğrulama), model geliştirme basamakları; model geliştirme prensipleri; modelleme etkinliklerinin matematik sınıflarında uygulanması ve öğretmenin rolü; matematiksel modelleme etkinlikleri hazırlama ve öğrencilerin Matematiksel modelleme		Ara Sınav (%40) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%60)

Tablo 11 (Devamı)

			ve problem çözme; matematik öğretiminde modeller ve modelleme süreci; modelleme döngüsü (problemi tanımlama, manipülasyon, tahmin ve doğrulama), model geliştirme basamakları; model geliştirme prensipleri; modelleme etkinliklerinin matematik sınıflarında uygulanması ve öğretmenin rolü; matematiksel modelleme etkinlikleri hazırlama ve öğrencilerin matematiksel düşünme süreçlerinin izlenmesi.	
Aksaray Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme	Bu dersin sonunda öğrencilerin günlük hayat problem durumlarını matematikleştirerek uygun yapıları (kavramsal modelleri) geliştirmeleri hedeflenmiştir. Ayrıca etkili bir modelleme etkinliği hazırlanırken gerekli olan prensipleri (model yapılandırma prensibi, gerçeklik prensibi, kendi kendini değerlendirme prensibi gibi) geliştirmeleri de hedeflenmektedir. Tüm bu amaçlara ulaşabilmek için öğrencilere farklı günlük hayat problem durumları sunulacaktır. Öğrencilerden tüm bu model oluşturma etkinlikleri üzerinde çalışırken güçlü matematiksel yapıları/modelleri (tanımlamalar, açıklamalar ve yapılar) geliştirmeleri beklenmektedir. Matematiksel modellemenin matematik dersi öğretim programındaki yerini anlayarak meslek yaşantılarında derslerde matematiksel modelleme yaklaşımlarından yararlanabilmeyi öğrenmeleri beklenmektedir. Ayrıca dönem sonunda öğretmen adaylarından öğrencilerine yönelik model oluşturma etkinlikleri tasarımları/ geliştirmeleri beklenecektir.	Matematik öğretiminde modeller ve modelleme süreci, modelleme döngüsü (problemi tanımlama, manipülasyon, tahmin ve doğrulama), model geliştirme basamakları, model geliştirme prensipleri (6 prensip), modelleme etkinliklerinin matematik sınıflarında uygulanması ve nasıl uygulanacağını öğretimi, günlük yaşamda matematiğin kullanılması.	Ara Sınav (%40) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%60)
Amasya Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme			

Tablo 11 (Devamı)

Anadolu Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Problem Çözme ve modelleme	Problem Çözmeye Giriş Problem ve Problem Çeşitleri Bilişsel Taleplerine Göre Problemler Problem ve Muhakeme; Problem ve Matematiksel Okuryazarlık Problem Çözme Yaklaşımları; Problem Çözme Stratejileri Probleme Dayalı Öğretim: Örnek uygulamalar, Probleme dayalı öğretimde değerlendirme Modellemeye Giriş: Matematik öğretiminde modellemenin temelleri, Öğrenme ve modelleme Modellemeye Giriş: Geleneksel matematik eğitiminde modelleme, Farklı öğrenme ve öğretme yaklaşımlarında modelleme Model Ortaya Çıkaran Aktivitelerin Analizi Model Geliştirme Aşamaları Model Ortaya Çıkaran Aktivitelerin Hazırlanması Modelleme Süreci; Modellemeye Dayalı Ders Anlatımı	Anlatım Tartışma Soru-Yanıt Gözlem Takım/Grup Çalışması Gösterme Uygulama – Alıştırma Sorun/Problem Çözme Beyin Fırtınası Rapor Hazırlama ve/veya Sunma	Vize Ödev Final
Atatürk Üniversitesi	Matematiksel Modelleme	Öğrencilerin, matematiksel modellemenin basamaklarını tanımaları, matematiksel modelleme içeren problemlerin çözüm süreçlerini incelemeleri, matematiksel modelleme içeren etkinlikler geliştirilmeleri amaçlanmaktadır.	Model ve matematiksel modelin tanımı ve örnekleri Modelleme ve matematiksel modellemenin tanımı ve örnekleri Matematiksel modelleme sürecinin basamakları Matematik öğretim programında matematiksel modelleme ele alınışı ve öğretilmesi Farklı ülkelerin öğretim programlarında matematiksel modellemenin ele alınışı ve öğretilmesi Farklı ülkelerin öğretim programlarında matematiksel modellemenin ele alınışı ve öğretilmesi	Ara Sınav (%40) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%60)

Tablo 11 (Devamı)

			Bazı önemli matematiksel modelleme problemlerinin çözümü Bazı önemli matematiksel modelleme problemlerinin çözümü Bazı önemli matematiksel modelleme problemlerinin çözümü Bazı önemli matematiksel modelleme problemlerinin çözümü Bazı önemli matematiksel modelleme problemlerinin çözümü Matematiksel modelleme içeren etkinliklerin geliştirilmesi ve uygulanması Matematiksel modelleme içeren etkinliklerin geliştirilmesi ve uygulanması Matematiksel modelleme içeren etkinliklerin geliştirilmesi ve uygulanması	
Atatürk Üniversitesi (Matematik Öğretmenliği)	Matematiksel Modelleme	Öğrencilerin, matematiksel modellemenin basamaklarını tanımaları, matematiksel modelleme içeren problemlerin çözüm süreçlerini incelemeleri, matematiksel modelleme içeren etkinlikler geliştirilmeleri amaçlanmaktadır.	Denklemler ve eşitsizliklerin günlük hayatta (fizik, kimya, biyoloji, ekonomi, sağlık, spor, istatistik, meteoroloji) uygulamaları; fiziksel dünyamızda doğrusal ilişkilere örnekler ve ilgili problemlerin çözümleri; polinom ve fonksiyonların günlük hayatta uygulamaları; trigonometrik ve üstel fonksiyonların günlük hayatta uygulamaları; olasılık ve istatistik kavramlarının günlük hayatta uygulamaları.	Ara Sınav (%40) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%60)
Balıkesir Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme	Matematiksel modellemeyi öğrenmek; matematiksel modelleme yapabilmek, matematiksel modelleme sürecini öğrenmek, farklı alanlardaki gerçek yaşam problemlerinin çözümleri için matematiksel model kurabilmek, teknolojiyen matematiksel modelleme sürecinde yararlanmayı öğrenmek, matematiksel modellemenin ortaöğretim matematik dersi öğretim programındaki yerini anlamak ve ileriki öğretmenlik meslek yaşamında derslerde matematiksel modellemeyi kullanma yaklaşımlarını öğrenmek	Matematik modellemenin, kavram öğretiminde ve problem çözme becerilerinin geliştirilmesinde nedenli etkili olduğunu ortaya çıkarmak, matematik modelleme etkinlikleri ve matematik modeller üreterek öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının eğitiminde kullanılmak üzere hizmetlerine sunmak.	Ara Sınav (%40) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%60)

Tablo 11 (Devamı)

Balıkesir Üniversitesi (Matematik Öğretmenliği)	Matematik Öğretiminde Modelleme	Matematiksel modellemeyi öğrenmek; matematiksel modelleme yapabilmek, matematiksel modelleme sürecini öğrenmek, farklı alanlardaki gerçek yaşam problemlerinin çözümleri için matematiksel model kurabilmek, teknolojiyen matematiksel modelleme sürecinde yararlanmayı öğrenmek, matematiksel modellemenin ortaöğretim matematik dersi öğretim programındaki yerini anlamak ve ileriki öğretmenlik meslek yaşamında derslerde matematiksel modellemeyi kullanarak yararlanma yaklaşımlarını öğrenmek, matematiksel kavramların günlük yaşam uygulamalarını gerçekleştirmek.	Matematik modellemenin, kavram öğretiminde ve problem çözme becerilerinin geliştirilmesinde nedenli etkili olduğunu ortaya çıkarmak, matematik modelleme etkinlikleri ve matematik modeller üreterek öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının eğitiminde kullanılmak üzere hizmetlerine sunmak.	Düz anlatım, tartışma, soru-cevap, problem çözme, grup çalışması.	Ara Sınav (%20), Ödev (%20) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%60)
Bartın Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme	Bu ders öğrencilerin teorik anlamda matematiksel modelleme yönteminin çerçevesini oluşturmak, matematiksel modelleme yeteneklerini geliştirmek ve anlamlı modellemeler oluşturmalarını sağlamak amacı ile tasarlanmıştır. Ayrıca bu derste öğrencilerin matematikle ilgili kuramsal bilgi ve becerilerini en üst düzeye çıkarabilme adına, matematik öğretiminde kullanılan yöntemler içerisinde matematiksel modelleme ve uygulamalarına dayalı bir öğretim ortamı hazırlayabilecek öğretmenler yetiştirmek amaçlanmıştır.	Bu derste matematiksel modelleme ile ilgili yeni yaklaşımlar ve alan yazın incelenecektir.	Anlatım, Uygulama	Ara Sınav (%40) ve Final Sınavı (%60)
Bayburt Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme				
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme				
Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme	Öğrencilerin yaşam problemlerinin çözümünü için matematiksel modelleme becerilerini geliştirmek		Yaşam problemleri için matematiksel modeller üretmek	Ara Sınav (%40) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%60)

Tablo 11 (Devamı)

Bursa Uludağ Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme				
Çanakkale 18 Mart Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme	Bu derste öğrencilerin matematiksel modelleme kavramı ve modelleme süreçleri hakkında bilgi sahibi olmaları, farklı modelleme problemleri üzerinde çalışmaları, kendilerinin de modelleme problemleri geliştirmeleri, sınıf içi modelleme uygulamaları hakkında bilgilenmeleri, modelleme uygulamaları tasarlamaları, farklı örnekler üzerinden modelleme problemi çözen öğrencilerin sergiledikleri çözüm yaklaşımları ve düşünme süreçlerini inceleyip değerlendirmeleri amaçlanmaktadır. Öğrencilerin derste elde ettikleri bilgiler ve deneyimler ışığında öğretmenlik yaşantılarında modelleme uygulamaları geliştirme ve bu uygulamaları yürütme bilgi ve becerilerine sahip olmaları hedeflenmektedir.	Bu dersin sonunda öğrenci; 1. Matematiksel modelleme kavramını ve modelleme süreçlerini açıklayabilir, 2. Modelleme problemlerini çözebilir, 3. Modelleme problemleri geliştirebilir, 4. Öğrencilerin modelleme problemlerine ilişkin çözümlerini değerlendirebilir, 5. Sınıf içi/dışı modelleme uygulamaları geliştirebilir.	Anlatım, tartışma, soru-yanıt, gözlem, grup çalışmaları	Ara Sınav (%40) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%60)
Çukurova Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme	Bu derste öğrencilerin matematiksel modelleme kavramı ve modelleme süreçleri hakkında bilgi sahibi olmaları, farklı modelleme problemleri üzerinde çalışmaları, kendilerinin de modelleme problemleri geliştirmeleri, sınıf içi modelleme uygulamaları hakkında bilgilenmeleri, modelleme uygulamaları tasarlamaları, farklı örnekler üzerinden modelleme problemi çözen öğrencilerin sergiledikleri çözüm yaklaşımları ve düşünme süreçlerini inceleyip değerlendirmeleri amaçlanmaktadır.	Matematiksel modelleme ve problem çözme; matematik öğretiminde modeller ve modelleme süreci; modelleme döngüsü (problemi tanımlama, manipülasyon, tahmin ve doğrulama), model geliştirme basamakları; model geliştirme prensipleri; modelleme etkinliklerinin matematik sınıflarında uygulanması ve öğretmenin rolü; matematiksel modelleme etkinlikleri hazırlama ve öğrencilerin matematiksel düşünme süreçlerinin izlenmesi.	Anlatım, Grup Çalışması, Problem Çözme, Örnek Olay	Ara Sınav (%40) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%60)
Dicle Üniversitesi	Matematiksel Modelleme	Matematiksel modellemeyi öğrenmek; matematiksel modelleme yapabilmek, matematiksel modelleme sürecini öğrenmek, farklı alanlardaki gerçek yaşam problemlerinin çözümleri için matematiksel model kurabilmek, teknolojiyen matematiksel modelleme sürecinde yararlanmayı öğrenmek, matematiksel modellemenin ortaöğretim matematik dersi	Model, matematiksel model, modelleme ve matematiksel modellemeyi tanımlayabilme ve ilişkilendirebilme, matematiksel modelleme sürecini tanıyabilme. Farklı gerçek yaşam problemlerinin çözümlenmesine yönelik matematiksel modelleme yapabilmek.		Ara Sınav (%20), Ödev (%20) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%60)

Tablo 11 (Devamı)

		öğretim programındaki yerini anlamak ve ileriki öğretmenlik meslek yaşamında derslerde matematiksel modellemeden yararlanma yaklaşımlarını öğrenmek.	Matematiksel modellemeyi gerektiren gerçek yaşam problemleri oluşturabilme ve çözümleyebilme Matematiksel modellemeyi ve ortaöğretim matematik dersi öğretim programını ilişkilendirebilme, model oluşturma etkinliklerini tanımlayabilme, oluşturabilme ve çözümleyebilme Matematiksel modelleme sürecinde teknolojiyen yararlanabilme.		
Dicle Üniversitesi (Matematik Öğretmenliği)	Matematiksel Modelleme	Matematiksel modellemeyi öğrenmek; matematiksel modelleme yapabilmek, matematiksel modelleme sürecini öğrenmek, farklı alanlardaki gerçek yaşam problemlerinin çözümleri için matematiksel model kurabilmek, teknolojiyen matematiksel modelleme sürecinde yararlanmayı öğrenmek, matematiksel modellemenin ortaöğretim matematik dersi öğretim programındaki yerini anlamak ve ileriki öğretmenlik meslek yaşamında derslerde matematiksel modellemeden yararlanma yaklaşımlarını öğrenmek.	Model, matematiksel model, modelleme ve matematiksel modellemeyi tanımlayabilme ve ilişkilendirebilme, matematiksel modelleme sürecini tanıyabilme. Farklı gerçek yaşam problemlerinin çözümlenmesine yönelik matematiksel modelleme yapabilmek. Matematiksel modellemeyi gerektiren gerçek yaşam problemleri oluşturabilme ve çözümleyebilme Matematiksel modellemeyi ve ortaöğretim matematik dersi öğretim programını ilişkilendirebilme, model oluşturma etkinliklerini tanımlayabilme, oluşturabilme ve çözümleyebilme Matematiksel modelleme sürecinde teknolojiyen yararlanabilme.		Ara Sınav (%20), Ödev (%20) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%60)
Dokuz Eylül Üniversitesi	Matematiksel Modelleme	Matematiksel modellemeyi öğrenmek; matematiksel modelleme yapabilmek, matematiksel modelleme sürecini öğrenmek, farklı alanlardaki gerçek yaşam problemlerinin çözümleri için matematiksel model kurabilmek, teknolojiyen matematiksel modelleme sürecinde yararlanmayı öğrenmek, matematiksel modellemenin ortaöğretim matematik dersi öğretim programındaki yerini anlamak ve ileriki öğretmenlik meslek yaşamında derslerde matematiksel modellemeden yararlanma		Düz anlatım, tartışma, soru-cevap, problem çözme, aktif öğrenme teknikleri, grup çalışması.	Ara Sınav (%40) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%60)

Tablo 11 (Devamı)

Dokuz Eylül Üniversitesi (Matematik Öğretmenliği)	Matematiksel Modelleme	yaklaşımlarını öğrenmek, matematiksel kavramların günlük yaşam uygulamalarını gerçekleştirmek. Matematiksel modellemeyi öğrenmek; matematiksel modelleme yapabilmek, matematiksel modelleme sürecini öğrenmek, farklı alanlardaki gerçek yaşam problemlerinin çözümleri için matematiksel model kurabilmek, teknolojiyen matematiksel modelleme sürecinde yararlanmayı öğrenmek, matematiksel modellemenin ortaöğretim matematik dersi öğretim programındaki yerini anlamak ve ileriki öğretmenlik meslek yaşamında derslerde matematiksel modellemeden yararlanma yaklaşımlarını öğrenmek, matematiksel kavramların günlük yaşam uygulamalarını gerçekleştirmek.		Düz anlatım, tartışma, soru-cevap, problem çözme, aktif öğrenme teknikleri, grup çalışması.	Ara Sınav (%40) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%60)
Düzce Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme				
Erciyes Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme	Matematiksel modelleme ile ilgili gereken bilgileri ve matematiksel modelleme uygulamalarını yürütebilme becerisi kazandırma.	Matematik ve problem çözme Matematiksel modellemeye giriş Matematiksel modelleme perspektifleri Matematiksel modellemede eğilimler Matematiksel modellemenin öğretim programındaki yeri Modelleme yeterlikleri ve gelişimi Matematiksel modellemede yaşanan zorluklar Matematiksel modellemenin sınıf içi uygulamaları Matematiksel modellemenin sınıf içi uygulamaları Matematiksel modellemede teknoloji kullanımı Matematiksel modelleme problemlerinde teknoloji kullanımının rolü Matematiksel Modelleme ve Değerlendirme Matematiksel Modelleme Pedagojisi Matematiksel Modelleme ile İlgili Çalışmalardan Örnekler		Ara Sınav (%40) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%60)

Tablo 11 (Devamı)

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme	Bu dersin amacı, matematiksel modelleme etkinliklerinin matematik öğretimindeki yerini ve öğrencilerin matematiksel modelleme becerilerini geliştirmeye yönelik güncel stratejileri tartışmaktır.	Matematiksel modelleme ve problem çözme; matematik öğretiminde modeller ve modelleme süreci; modelleme döngüsü (problemi tanımlama, manipülasyon, tahmin ve doğrulama), model geliştirme basamakları; model geliştirme prensipleri; modelleme etkinliklerinin matematik sınıflarında uygulanması ve öğretmenin rolü; matematiksel modelleme etkinlikleri hazırlama ve öğrencilerin matematiksel düşünme süreçlerinin izlenmesi.	Ara Sınav (%40) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%60)
Fırat Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme			
Gazi Üniversitesi	Matematiksel Modelleme	Bu dersin amacı, öğrencilerin matematiksel modellemeyi öğrenmelerini; matematiksel modelleme yapabilmelerini, farklı alanlardaki gerçek yaşam problemlerinin çözümleri için matematiksel model kurabilmelerini, teknolojiyen matematiksel modelleme sürecinde yararlanmalarını, matematiksel modellemenin ortaöğretim matematik dersi öğretim programındaki yerini anlamalarını ve ileriki öğretmenlik meslek yaşamında derslerde matematiksel modellemeyi kullanma yaklaşımlarını öğrenmelerini sağlamaktır.	Matematiksel modelleme nedir, veri ile modelleme, matematiksel modellerin kullanımı, teori yardımıyla modelleme. Problemi anlamak, değişken seçmek, varsayımlarda bulunmak, denklemleri çözmek, çözümün yorumlanması ve modellerin geçerliliği, modelin eleştirilmesi ve geliştirilmesi. Modelleme yeteneğinin geliştirilmesi: Modelleme problemleri, benzetim (simülasyon) modellemeleri, boyutsal analiz modellemeleri	Ara Sınav (%30), Ödev, Projeler, Uygulama, Pratik, Kısa Sınav (%10) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%60)
Gazi Üniversitesi (Matematik Öğretmenliği)	Matematiksel Modelleme	Bu dersin amacı, öğrencilerin matematiksel modellemeyi öğrenmelerini; matematiksel modelleme yapabilmelerini, farklı alanlardaki gerçek yaşam problemlerinin çözümleri için matematiksel model kurabilmelerini, teknolojiyen matematiksel modelleme sürecinde yararlanmalarını, matematiksel modellemenin ortaöğretim matematik dersi öğretim programındaki yerini anlamalarını ve ileriki öğretmenlik meslek yaşamında derslerde matematiksel modellemeyi kullanma yaklaşımlarını öğrenmelerini sağlamaktır.	Matematiksel modelleme nedir? Veri ile modelleme, matematiksel modellerin kullanımı, teori yardımıyla modelleme, problemi anlamak, değişken seçmek, varsayımlarda bulunmak, denklemleri çözmek, çözümün yorumlanması ve modellerin geçerliliği, modelin eleştirilmesi ve geliştirilmesi. Modelleme yeteneğinin geliştirilmesi: Modelleme problemleri, benzetim (simülasyon) modellemeleri, boyutsal analiz modellemeleri	Ara Sınav (%30), Ödev, Projeler, Uygulama, Pratik, Kısa Sınav (%10) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%60)

Tablo 11 (Devamı)

Gaziantep Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme	Bu derste öğrencilerin matematiksel modelleme kavramı ve modelleme süreçleri hakkında bilgi sahibi olmaları, farklı modelleme problemleri üzerinde çalışmaları, kendilerinin de modelleme problemleri geliştirmeleri, sınıf içi modelleme uygulamaları hakkında bilgilenmeleri, modelleme uygulamaları tasarlamaları, farklı örnekler üzerinden modelleme problemi çözen öğrencilerin sergiledikleri çözüm yaklaşımları ve düşünme süreçlerini inceleyip değerlendirmeleri amaçlanmaktadır.	Matematiksel modelleme ve problem çözme; matematik öğretiminde modeller ve modelleme süreci; modelleme döngüsü (problemi tanımlama, manipülasyon, tahmin ve doğrulama), model geliştirme basamakları; model geliştirme prensipleri; modelleme etkinliklerinin matematik sınıflarında uygulanması ve öğretmenin rolü; matematiksel modelleme etkinlikleri hazırlama ve öğrencilerin matematiksel düşünme süreçlerinin izlenmesi.		Ara Sınav (%40) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%60)
Giresun Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme	Bu derste öğrencilerin matematiksel modelleme kavramı ve modelleme süreçleri hakkında bilgi sahibi olmaları, farklı modelleme problemleri üzerinde çalışmaları, kendilerinin de modelleme problemleri geliştirmeleri, sınıf içi modelleme uygulamaları hakkında bilgilenmeleri, modelleme uygulamaları tasarlamaları, farklı örnekler üzerinden modelleme problemi çözen öğrencilerin sergiledikleri çözüm yaklaşımları ve düşünme süreçlerini inceleyip değerlendirmeleri amaçlanmaktadır. Öğrencilerin derste elde ettikleri bilgiler ve deneyimler ışığında öğretmenlik yaşantılarında modelleme uygulamaları geliştirme ve bu uygulamaları yürütme bilgi ve becerilerine sahip olmaları hedeflenmektedir.	Matematiksel modelleme ve problem çözme; matematik öğretiminde modeller ve modelleme süreci; modelleme döngüsü (problemi tanımlama, manipülasyon, tahmin ve doğrulama), model geliştirme basamakları; model geliştirme prensipleri; modelleme etkinliklerinin matematik sınıflarında uygulanması ve öğretmenin rolü; matematiksel modelleme etkinlikleri hazırlama ve öğrencilerin matematiksel düşünme süreçlerinin izlenmesi	Öğretim sürecinde anlatım, soru-cevap vb. yöntemler kullanılacak ve grup içi tartışmalara yer verilecektir.	Ara Sınav (%30), Ödev (%30) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%40)
Hacettepe Üniversitesi	Matematiksel Modelleme	Denklem, eşitsizlik, fonksiyon ve olasılık gibi matematiksel kavramların günlük yaşam problemlerinde uygulamalarını incelemektir.		Denklemler ve eşitsizliklerin günlük hayatta uygulamaları Fiziksel dünyamızda doğrusal ilişkilere dair örnekler ve ilgili problemlerin çözümleri 3. Polinom ve fonksiyonların günlük hayatta uygulamaları Trigonometrik ve üstel fonksiyonların	Ara Sınav (%30), Ödev (%20) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%50)

Tablo 11 (Devamı)

				günlük hayatta uygulamaları Olasılık ve istatistik kavramlarının günlük hayatta uygulamaları	
Hacettepe Üniversitesi (Matematik Öğretmenliği)	Matematiksel Modelleme	Denklem, eşitsizlik, fonksiyon ve olasılık gibi matematiksel kavramların günlük yaşam problemlerinde uygulamalarını incelemektir.	1. Denklemler ve eşitsizliklerin günlük hayatta uygulamaları 2. Fiziksel dünyamızda doğrusal ilişkilere dair örnekler ve ilgili problemlerin çözümleri 3. Polinom ve fonksiyonların günlük hayatta uygulamaları 4. Trigonometrik ve üstel fonksiyonların günlük hayatta uygulamaları 5. Olasılık ve istatistik kavramlarının günlük hayatta uygulamaları		Ara Sınav (%30), Ödev (%20) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%50)
Hakkâri Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme	Bu dersin amacı öğretmen adaylarının matematik öğrenme ve öğretmede matematiksel modellemenin rolü hakkında bilgi sahibi olmalarını sağlamak ve matematiksel modelleme etkinleri kullanarak ders tasarlama becerilerini geliştirmektir.	Matematiksel modelleme ve problem çözme; matematik öğretiminde modeller ve modelleme süreci; modelleme döngüsü (problemi tanımlama, manipülasyon, tahmin ve doğrulama), model geliştirme basamakları; model geliştirme prensipleri; modelleme etkinliklerinin matematik sınıflarında uygulanması ve öğretmenin rolü; matematiksel modelleme etkinlikleri hazırlama ve öğrencilerin matematiksel düşünme süreçlerinin izlenmesi.		Ara Sınav (%40) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%60)
Harran Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme	Bu dersin amacı öğrencilere matematiksel modelleme hakkında bilgi vermek ve konularla ilgili matematiksel modeller geliştirmesini sağlamaktır	Matematiksel modelleme ve problem çözme; matematik öğretiminde modeller ve modelleme süreci; modelleme döngüsü (problemi tanımlama, manipülasyon, tahmin ve doğrulama), model geliştirme basamakları; model geliştirme prensipleri; modelleme etkinliklerinin matematik sınıflarında uygulanması ve öğretmenin rolü; matematiksel modelleme etkinlikleri hazırlama ve öğrencilerin matematiksel düşünme süreçlerinin izlenmesi.		Ara Sınav (%40) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%60)

Tablo 11 (Devamı)

Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme	Modelleme çalışmalarının epistemolojisini matematik eğitimi ilişkili olarak kavramak. Bazı gerçek hayat durumlarını gerek fiziksel araç gereçlerle gerekse bilgisayar ortamında matematik kavramlarından yararlanarak modelleyebilmek.	Matematiksel modelleme süreci ve özellikleri. gerçek hayattan olayların çeşitli gösterim kullanılarak modellenmesi ve analiz edilmesi, matematiğin gerçek hayat problemlerinin çözümünde kullanılmasıyla ilgili stratejilerin ve tekniklerin geliştirilmesi, olayların matematiksel modellemelerinde gözlem, deney, benzetim, bilgisayar ve çeşitli teknolojilerin kullanılması, matematiksel kavramların, ilişkilerin, teoremlerin fiziksel nesneler, resim, şekil, bilgisayar, hesap makinesi vb. araçlar kullanılarak modellenmesi, bu modellerin öğrencinin düzeyine uyarlanması.	Ara Sınav (%40) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%60)
İnönü Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme	Bu dersin amacı öğretmen adaylarının matematik öğrenme ve öğretmede matematiksel modellemenin rolü hakkında bilgi sahibi olmalarını sağlamak ve matematiksel modelleme etkinleri kullanarak ders tasarlama becerilerini geliştirmektir.	Matematiksel modelleme ve problem çözme; matematik öğretiminde modeller ve modelleme süreci; modelleme döngüsü (problemi tanımlama, manipülasyon, tahmin ve doğrulama), model geliştirme basamakları; model geliştirme prensipleri; modelleme etkinliklerinin matematik sınıflarında uygulanması ve öğretmenin rolü; matematiksel modelleme etkinlikleri hazırlama ve öğrencilerin matematiksel düşünme süreçlerinin izlenmesi.	Ara Sınav (%40) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%60)
İstanbul Medeniyet Üniversitesi	Matematiksel Problem Çözme ve Modelleme			
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme			
Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme	Modelleme kavramı ve özelliklerini incelemek, gerçek hayat problemlerinin çözümü için modellemeler oluşturmak ve modelleme kavramının matematik ve fen öğretimindeki yerini incelemektir	Modelleme kavramı ile bunun fen ve matematik eğitimine nasıl entegre edileceğine yer verilmektedir	Ara Sınav (%20), Ödev (%20) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%60)
Kastamonu Üniversitesi	Matematiksel Modelleme			

Tablo 11 (Devamı)

Kırıkkale Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme	Bu dersin amacı öğretmen adaylarının matematik öğrenme ve öğretmede matematiksel modellemenin rolü hakkında bilgi sahibi olmalarını sağlamak ve matematiksel modelleme etkinlikleri kullanarak ders tasarlama becerilerini geliştirmektir.	Bu ders, lisans öğrencilerinin teorik anlamda matematiksel modelleme yönteminin çerçevesini oluşturabilmelerine ve model, matematiksel model, modelleme ve matematiksel modelleme kavramları arasındaki ilişkiyi kavrayabilmelerine yönelik olarak tasarlanmıştır.	Düz anlatım, soru-cevap, tartışma, grup çalışması	Ara Sınav (%40) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%60)
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme	Bu dersin amacı matematiksel modelleme sürecinin öğretilmesi ve öğrenilen bilgiler ışığında ortaokul matematik konularının matematiksel modelleme süreci yardımıyla öğretiminin sağlanmasıdır		Model, Modelleme, Matematiksel Model, Matematiksel Modelleme, Modelleme Süreci, Matematiksel Modelleme Etkinlikleri	Ara Sınav (%40) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%60)
Kilis 7 Aralık Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme	Bu dersin amacı, matematiksel modelleme etkinliklerinin matematik öğretimindeki yerini ve öğrencilerin matematiksel modelleme becerilerini geliştirmeye yönelik güncel stratejileri tartışmaktır.	Matematiksel modelleme ve problem çözme; matematik öğretiminde modeller ve modelleme süreci; modelleme döngüsü (problemi tanımlama, manipülasyon, tahmin ve doğrulama), model geliştirme basamakları; model geliştirme prensipleri; modelleme etkinliklerinin matematik sınıflarında uygulanması ve öğretmenin rolü; matematiksel modelleme etkinlikleri hazırlama ve öğrencilerin matematiksel düşünme süreçlerinin izlenmesi.		Ara Sınav (%40) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%60)
Kocaeli Üniversitesi	Matematiksel Modelleme		Matematiksel modelleme ve problem çözme; matematik öğretiminde modeller ve modelleme süreci; modelleme döngüsü (problemi tanımlama, manipülasyon, tahmin ve doğrulama), model geliştirme basamakları; model geliştirme prensipleri; modelleme etkinliklerinin matematik sınıflarında uygulanması ve öğretmenin rolü; matematiksel modelleme etkinlikleri hazırlama ve öğrencilerin matematiksel düşünme süreçlerinin izlenmesi	1) Anlatım 2) Soru-Cevap 3) Tartışma 4) Gösteri 5) Model Yapma 6) Grup Çalışması 7) Beyin Fırtınası 8) Problem Çözme 9) Proje Temelli Öğrenme	Ara Sınav (%30) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%70)

Tablo 11 (Devamı)

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme	Bu dersin amacı, matematikle ilgili felsefik sorunlar keşfetme ile matematik felsefesi ve matematiğin temelindeki belirsizlikleri tanımlama ve keşfetme		Matematiğin ontolojisi ve epistemolojisi, Sayılar, kümeler, fonksiyonlar vb. matematiksel kavramlar ile önerme ve matematiksel ifadelerin anlamları. Matematiğin temelleri, yöntemleri ve matematiğin doğasına ilişkin felsefi problemler. Matematikte nesnellik ve gerçek dünyaya uygulanabilirlik. Frege, Russel, Hilbert, Brouwer, ve Gödel gibi matematik felsefesi öncülerinin çalışmaları. Matematik felsefesinde temel kuramlar: Mantıkçılık (Logicism), Biçimcilik (Formalism), Yapısalcılık (Structuralism) ve Sezgicilik (Intuitionism)	Ara Sınav (%40) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%60)
Manisa Celal Bayar Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme	Bu derste öğrencilerin matematiksel modelleme kavramı ve modelleme süreçleri hakkında bilgi sahibi olmaları, farklı modelleme problemleri üzerinde çalışmaları, kendilerinin de modelleme problemleri geliştirmeleri, sınıf içi modelleme uygulamaları hakkında bilgilenmeleri, modelleme uygulamaları tasarlamaları, farklı	Matematiksel modelleme ve problem çözme; matematik öğretiminde modeller ve modelleme süreci; modelleme döngüsü (problemi tanımlama, manipülasyon, tahmin ve doğrulama), model geliştirme basamakları; model geliştirme prensipleri; modelleme etkinliklerinin matematik sınıflarında	Anlatım, tartışma, soru-yanıt, gözlem, grup çalışmaları.	

Tablo 11 (Devamı)

		örnekler üzerinden modelleme problemi çözen öğrencilerin sergiledikleri çözüm yaklaşımları ve düşünme süreçlerini inceleyip değerlendirmeleri amaçlanmaktadır. Öğrencilerin derste elde ettikleri bilgiler ve deneyimler ışığında öğretmenlik yaşantılarında modelleme uygulamaları geliştirme ve bu uygulamaları yürütme bilgi ve becerilerine sahip olmaları hedeflenmektedir.	uygulanması ve öğretmenin rolü; matematiksel modelleme etkinlikleri hazırlama ve öğrencilerin matematiksel düşünme süreçlerinin izlenmesi.		
Marmara Üniversitesi	Matematiksel Modelleme	Bu dersin amacı öğretmen adaylarına matematik eğitiminde matematiksel modelleme uygulamaları hakkında temel bilgi ve becerileri kazandırmaktır.	Bu ders kapsamında; matematik eğitiminde matematiksel modellemenin tanımı, kapsamı ve alanyazında ortaya çıkan farklı yaklaşımlar ele alınacaktır. Haftalık olarak ele alınacak konular ise şunlardır: (i) modelleme-problem çözme ilişkisi, (ii) modelleme etkinliklerinin özellikleri, matematiksel modelleme sürecinin aşamaları, (iii) modelleme yeterlik ve becerileri, (iv) modelleme etkinliklerinin sınıf uygulamalarında öğretmenin ihtiyaç duyacağı pedagojik bilgi ve yeterlikler, modellemenin eğitim ve öğretim sürecinde kullanımı ve gerçek sınıf uygulamaları ile ilgili öğretmen eğitimi, (v) modelleme sürecinde öğrencilerin düşünme biçimleri (v) matematiksel modelleme sürecini ölçme ve değerlendirme.	Örnek matematiksel modelleme uygulamaları (grup çalışması) Matematiksel modelleme uygulamalarına yönelik teorik konular (Sınıf tartışması, bireysel raporlar) Matematiksel modelleme etkinliği geliştirme ve sınıf uygulaması (Grup çalışması)	Derse Katılım (%10), Düşünce Raporu (%30), Ödev1 (%30) ve Ödev2 (%30)
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme	Matematiksel modelleme ve problem çözme; matematik öğretiminde modeller ve modelleme süreci; modelleme döngüsü (problemi tanımlama, manipülasyon, tahmin ve doğrulama), model geliştirme basamakları; model geliştirme prensipleri; modelleme etkinliklerinin matematik sınıflarında uygulanması ve öğretmenin rolü; matematiksel modelleme etkinlikleri hazırlama ve öğrencilerin matematiksel düşünme süreçlerinin izlenmesi.		Sunuş Yolu, Buluş Yolu, Akran öğrenmesi ve Grup çalışması yöntemleri	Ara Sınav (%30), Ödev (%20), Final Sınavı (%50)

Tablo 11 (Devamı)

Muş Alparslan Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme	Matematiksel modellemeyi öğrenmek; matematiksel modelleme yapabilmek, matematiksel modelleme sürecini öğrenmek, farklı alanlardaki gerçek yaşam problemlerinin çözümleri için matematiksel model kurabilmek, teknolojiden matematiksel modelleme sürecinde yararlanmayı öğrenmek, matematiksel modellemenin ortaöğretim matematik dersi öğretim programındaki yerini anlamak ve ileriki öğretmenlik meslek yaşamında derslerde matematiksel modellemeden yararlanma yaklaşımlarını öğrenmek.	Matematiksel modelleme süreci ve özellikleri. gerçek hayattan olayların çeşitli gösterim kullanılarak modellenmesi ve analiz edilmesi, matematiğin gerçek hayat problemlerinin çözümünde kullanılmasıyla ilgili stratejilerin ve tekniklerin geliştirilmesi, olayların matematiksel modellemelerinde gözlem, deney, benzetim, bilgisayar ve çeşitli teknolojilerin kullanılması, matematiksel kavramların, ilişkilerin, teoremlerin fiziksel nesneler, resim, şekil, bilgisayar, hesap makinesi vb. araçlar kullanılarak modellenmesi, bu modellerin öğrencinin düzeyine uyarlanması. .	Ara Sınav (%40) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%60)
Necmettin Erbakan Üniversitesi	Matematiksel Modelleme			Ara Sınav (%40) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%60)

Tablo 11 (Devamı)

Necmettin Erbakan Üniversitesi (Matematik Öğretmenliği)	Matematiksel Modelleme				Ara Sınav (%40) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%60)
Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme	Bu derste, matematiksel modelleme kavramı ve modelleme süreçleri, farklı modelleme problemleri üzerinde çalışma, modelleme problemleri geliştirme, sınıf içi modelleme uygulamaları hakkında bilgilenme, modelleme uygulamaları tasarlama, farklı örnekler üzerinden modelleme problemlerini değerlendirme amaçlanmaktadır.	Bu ders, matematiksel modelleme ve problem çözme; matematik öğretiminde modeller ve modelleme süreci; modelleme döngüsü (problemi tanımlama, manipülasyon, tahmin ve doğrulama), model geliştirme basamakları; model geliştirme prensipleri; modelleme etkinliklerinin matematik sınıflarında uygulanması ve öğretmenin rolü; matematiksel modelleme etkinlikleri hazırlama ve öğrencilerin matematiksel düşünme süreçlerinin izlenmesi konularını kapsamaktadır.	Anlatım, beyin fırtınası, soru-cevap, kaynak tarama, anlatım, planlı grup çalışması, beceri geliştirme	Ara Sınav (%40) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%60)
Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme	Matematiksel modellemeyi öğrenmek; matematiksel modelleme yapabilmek, matematiksel modelleme sürecini öğrenmek, farklı alanlardaki gerçek yaşam problemlerinin çözümleri için matematiksel model kurabilmek, teknolojiyen matematiksel modelleme sürecinde yararlanmayı öğrenmek, matematiksel modellemenin matematik dersi öğretim programındaki yerini anlamak ve ileriki öğretmenlik meslek yaşamında derslerde matematiksel modellemeyi kullanmak.	Model ve matematiksel model nedir? Modelleme ve matematiksel modelleme nedir? Matematiksel modelleme süreci. Matematiksel modelleme problemi oluşturma ve modelleme sürecine uygun olarak çözme. Teknoloji ile matematiksel modellemeyi ilişkilendirme. Etkinlik ve etkinlik tasarımı süreci, model oluşturma etkinlikleri, prensipleri. Sosyal sürdürülebilirlikle ilgili temaları içeren matematiksel modelleme etkinlikleri, problem çözme ve ekip çalışması becerileri dâhil olmak üzere beceri geliştirme.		Ara Sınav (%50) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%50)
Ondokuz Mayıs Üniversitesi (Matematik Öğretmenliği)	Matematiksel Modelleme	Bu derste öğrencilerin matematiksel modelleme kavramı ve modelleme süreçleri hakkında bilgi sahibi olmaları, farklı modelleme problemleri üzerinde çalışmaları, kendilerinin de modelleme problemleri geliştirmeleri, sınıf içi modelleme uygulamaları hakkında bilgilenmeleri, modelleme uygulamaları tasarlamaları, farklı örnekler üzerinden modelleme problemi çözen öğrencilerin sergiledikleri çözüm yaklaşımları ve düşünme süreçlerini inceleyip değerlendirmeleri amaçlanmaktadır	Matematiksel modelleme ve problem çözme; matematik öğretiminde modeller ve modelleme süreci; modelleme döngüsü (problemi tanımlama, manipülasyon, tahmin ve doğrulama), model geliştirme basamakları; model geliştirme prensipleri; modelleme etkinliklerinin matematik sınıflarında uygulanması ve öğretmenin rolü; matematiksel modelleme etkinlikleri hazırlama ve öğrencilerin matematiksel düşünme süreçlerinin izlenmesi		Ara Sınav (%40) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%60)

Tablo 11 (Devamı)

Ordu Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme				
Pamukkale Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme	Modelleme çalışmalarının epistemolojisini matematik eğitimi ilişkili olarak kavramak. Bazı gerçek hayat durumlarını gerek fiziksel araç gereçlerle gerekse bilgisayar ortamında matematik kavramlarından yararlanarak modelleyebilmek.	Matematiksel modelleme süreci ve özellikleri. gerçek hayattan olayların çeşitli gösterim kullanılarak modellenmesi ve analiz edilmesi, matematiğin gerçek hayat problemlerinin çözümünde kullanılmasıyla ilgili stratejilerin ve tekniklerin geliştirilmesi, olayların matematiksel modellemelerinde gözlem, deney, benzetim, bilgisayar ve çeşitli teknolojilerin kullanılması, matematiksel kavramların, ilişkilerin, teoremlerin fiziksel nesneler, resim, şekil, bilgisayar, hesap makinesi vb. araçlar kullanılarak modellenmesi, bu modellerin öğrencinin düzeyine uyarlanması.		
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme				
Sakarya Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme	Bu derste öğrencilerin matematiksel modelleme kavramı ve modelleme süreçleri hakkında bilgi sahibi olmaları, farklı modelleme problemleri üzerinde çalışmaları, kendilerinin de modelleme problemleri geliştirmeleri, sınıf içi modelleme uygulamaları hakkında bilgilenmeleri, modelleme uygulamaları tasarlamaları, farklı örnekler üzerinden modelleme problemi çözen öğrencilerin sergiledikleri çözüm yaklaşımları ve düşünme süreçlerini inceleyip değerlendirmeleri amaçlanmaktadır	Matematiksel modelleme ve problem çözme; matematik öğretiminde modeller ve modelleme süreci; modelleme döngüsü (problemi tanımlama, manipülasyon, tahmin ve doğrulama), model geliştirme basamakları; model geliştirme prensipleri; modelleme etkinliklerinin matematik sınıflarında uygulanması ve öğretmenin rolü; matematiksel modelleme etkinlikleri hazırlama ve öğrencilerin matematiksel düşünme süreçlerinin izlenmesi	Soru-Cevap, Tartışma, Alıştırma ve Uygulama, Gösterip Yaptırma, Grup Çalışması, Beyin Fırtınası, Bireysel Çalışma, Problem Çözme, Anlatım	Ödev (%50) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%50)
Siirt Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme				
Sinop Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme	Bu derste öğrencilerin matematiksel modelleme kavramı ve modelleme süreçleri hakkında bilgi sahibi olmaları, farklı modelleme problemleri üzerinde çalışmaları, kendilerinin de modelleme problemleri geliştirmeleri amaçlanmaktadır.	Matematiksel modelleme ve problem çözme; matematik öğretiminde modeller ve modelleme süreci; modelleme döngüsü, model geliştirme basamakları; model geliştirme prensipleri; modelleme etkinliklerinin matematik sınıflarında uygulanması ve öğretmenin rolü; matematiksel modelleme etkinlikleri hazırlama.		Uygulama (%20), Ara Sınav (%30) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%50)

Tablo 11 (Devamı)

Süleyman Demirel Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme	Matematik eğitiminde modelleme kullanımını örnekleriyle incelemek	modelleme örnekleri, modelleme teorileri, modelleme aşamaları		Ara Sınav (%40) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%60)
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme	Matematiksel modellemeyi öğrenmek; matematiksel modelleme sürecini öğrenmek, matematiksel modellemenin matematik dersi öğretim programındaki yerini öğrenmek	Matematiksel Modelleme ve Modelleme Süreci		Ara Sınav (%40) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%60)
Trabzon Üniversitesi (Matematik Öğretmenliği)	Matematik Öğretiminde Modelleme	Matematiksel modelleme dersi ile öğretmen adaylarının modelleme perspektifleri ile bunların eğitim öğretim sürecine yansımaları, gerçek yaşam problemlerinin çözümünde modeller oluşturma ve modelleme süreçlerini deneyimlemelerini, böylece mesleğe başladıklarında benzer süreçleri sınıf ortamlarına entegre etmelerinin sağlanması amaçlanmaktadır.	Matematiksel model oluşturma ve oluşturulan modelin işlerliğini test etme; gerçek yaşam problemleri çözme; modelleme döngüsü (problemi tanımlama, manipülasyon, tahmin ve doğrulama), model geliştirme basamakları; model geliştirme prensipleri; modelleme etkinliklerinin matematik sınıflarında uygulanması ve öğretmenin rolü; matematiksel modelleme etkinlikleri hazırlama ve öğrencilerin matematiksel düşünme süreçlerinin izlenmesi.	Düz anlatım, grup çalışması, proje görevleri	
Uşak Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme	Matematik eğitiminde matematiksel modelleme becerisini kazanmak	matematiksel modelleme ve problem çözme; matematik öğretiminde modeller ve modelleme süreci; modelleme döngüsü (problemi tanımlama, manipülasyon, tahmin ve doğrulama), model geliştirme basamakları; model geliştirme prensipleri; modelleme etkinliklerinin matematik sınıflarında uygulanması ve öğretmenin rolü; matematiksel modelleme etkinlikleri hazırlama ve öğrencilerin matematiksel düşünme süreçlerinin izlenmesi.		Ara Sınav (%40) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%60)
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme	Bu dersin amacı öğretmen adaylarına matematik eğitiminde matematiksel modelleme uygulamaları hakkında temel bilgi ve becerileri kazandırmaktır.	Bu ders kapsamında; matematik eğitiminde matematiksel modellemenin tanımı, kapsamı ve alanyazında ortaya çıkan farklı yaklaşımlar ele alınacaktır. Haftalık olarak ele alınacak konular ise şunlardır: (i) modelleme-problem çözme ilişkisi, (ii) modelleme etkinlikleri organizasyonu		Ara Sınav (%40) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%60)

Tablo 11 (Devamı)

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi (Matematik Öğretmenliği)	Matematik Öğretiminde Modelleme	Matematiksel modellemeyi ve süreçlerini öğrenmek, farklı alanlardaki gerçek yaşam problemlerinin çözümleri için matematiksel model kurabilmek, ortaöğretim matematik dersi öğretim programındaki modelleri anlamak ve mesleki yaşamında modellemeden yararlanabilmek.	Model ve modelleme, matematiksel modelleme ve örnekleri, model oluşturma ve çözüm önerileri	Ara Sınav (%50) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%50)
Yıldız Teknik Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme	Bu derste öğrencilerin matematiksel modelleme kavramı ve modelleme süreçleri hakkında bilgi sahibi olmaları, farklı modelleme problemleri üzerinde çalışmaları, kendilerinin de modelleme problemleri geliştirmeleri, sınıf içi modelleme uygulamaları hakkında bilgilenmeleri, modelleme uygulamaları tasarlamaları, farklı örnekler üzerinden modelleme problemi çözen öğrencilerin sergiledikleri çözüm yaklaşımları ve düşünme süreçlerini inceleyip değerlendirmeleri amaçlanmaktadır.	Matematiksel modelleme ve problem çözme; matematik öğretiminde modeller ve modelleme süreci; modelleme döngüsü (problemi tanımlama, manipülasyon, tahmin ve doğrulama), model geliştirme basamakları; model geliştirme prensipleri; modelleme etkinliklerinin matematik sınıflarında uygulanması ve öğretmenin rolü; matematiksel modelleme etkinlikleri hazırlama ve öğrencilerin matematiksel düşünme süreçlerinin izlenmesi	Uygulama (%20), Ödev (%20), Projeler (%20) ve Yarıyıl Sonu Sınavı (%40)
Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi	Matematik Öğretiminde Modelleme			

Matematiksel Modelleme Dersinin Üniversite Web Sayfalarında Bulunan Bilgelere Göre Amaçlar Boyutunun Bulguları

Ders kataloglarında yer alan amaç ifadeleri betimsel analiz yapılarak kategorize edilmiştir. Amaç cümlelerinin frekanslarına (f) göre dağılımı Tablo 11’de sunulmuştur.

Tablo 11. *Amaç Boyutunda Üniversite Web Sayfalarında Yer Alan Bulgular*

Amaç cümlesi	f
Matematiksel modelleme kavramlarını öğretmek	32
Model oluşturma süreçlerini kavratma	28
Günlük yaşam problemlerini modelleme yardımıyla çözmek	23
Teknolojiden yararlanmayı öğrenmek	14
Matematiksel modellemenin matematik dersi öğretim programındaki yerini anlamak	12
Kendilerinin de modelleme problemleri geliştirmelerini sağlamak	10
Ortaokul matematik konularının matematiksel modelleme süreci yardımıyla öğretiminin sağlanmasıdır	1
Matematik öğretiminde kullanılan yöntemler içerisinde matematiksel modelleme ve uygulamalarına dayalı bir öğretim ortamı hazırlayabilecek öğretmenler yetiştirmek	1
Modelleme kavramının matematik ve fen öğretimindeki yerini incelemektir	1
Matematiksel modelleme etkinlikleri kullanarak ders tasarlama becerilerini geliştirmektir	1
Matematik ile ilgili felsefik sorunlar keşfetme ile matematik felsefesi ve matematiğin temelindeki belirsizlikleri tanımlama ve keşfetme	1

Üniversitelerin web sayfalarında yer alan ders içerikleri incelendiğinde, matematiksel modelleme dersinin amaç boyutunda genel olarak; matematiksel modelleme kavramlarını öğretmek, model oluşturma süreçlerini kavratmak, günlük yaşam problemlerini modelleme yöntemiyle çözmek, matematik öğretiminde bu dersin yerini vurgulamak ve öğretmen adaylarının modelleme becerilerini geliştirmek gibi hedeflerin ön plana çıktığı görülmektedir. Nitel verilere dayalı olarak yapılan analizlerde ise bu amaçların sıklık düzeyleri de belirlenmiştir. Buna göre, en çok vurgulanan amaç ifadesi matematiksel modelleme kavramlarını öğretmek (f:32) olurken, bunu sırasıyla model oluşturma süreçlerini kavratma (f:28), günlük yaşam problemlerini modelleme yoluyla çözme (f:23), teknolojiden yararlanmayı öğrenme (f:14), matematiksel modellemenin öğretim programındaki yerini anlama (f:12) ve öğretmen adaylarının kendi modelleme problemlerini geliştirmelerine olanak sağlama (f:10) izlemektedir. Bu bulgular doğrultusunda, matematiksel modelleme derslerinin en çok üzerinde durulan amaçlarının; kavram öğretimi, modelleme süreçlerine yönelik farkındalık kazandırma ve gerçek yaşam problemleriyle ilişkilendirme olduğu; teknoloji kullanımı ve öğretmen adaylarının özgün modelleme problemleri oluşturması gibi hedeflerin ise daha az sıklıkla yer aldığı söylenebilir. Aşağıda üniversitelerin web sayfalarında yer alan dersin amaçlarına yer verilmiştir.

Balıkesir Üniversitesi, Gazi Üniversitesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Muş Alparslan ve Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi web sayfalarında dersin amacı:

Matematiksel modellemeyi öğrenmek; matematiksel modelleme yapabilmek, matematiksel modelleme sürecini öğrenmek, farklı alanlardaki gerçek yaşam problemlerinin çözümleri için matematiksel model kurabilmek, teknolojiden matematiksel modelleme sürecinde yararlanmayı öğrenmek, matematiksel modellemenin ortaöğretim matematik dersi öğretim programındaki yerini anlamak ve ileriki öğretmenlik meslek yaşamında derslerde matematiksel modellemeyi kullanmak ve yararlanma yaklaşımlarını öğrenmek (Balıkesir Üniversitesi, 2023; Dokuz Eylül Üniversitesi, 2023; Gazi Üniversitesi, 2023; Muş Alparslan Üniversitesi, 2023; Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, 2023).

şeklinde belirtilen amaç boyutu oldukça kapsamlı ve detaylı ifade edilmiştir. Üniversite web sayfalarında amaç ifadesi olarak modelleme süreci öğrenmenin yanında modelleme sürecinde teknolojiden faydalanmak ve modellemenin ortaöğretim matematik dersindeki yerini keşfetmek ve ileride öğretmenlik meslek yaşamlarında modellemeyi kullanmak olduğu belirtilmiştir.

Akdeniz Üniversitesi, Çanakkale 18 Mart Üniversitesi, Çukurova Üniversitesi, Gaziantep Üniversitesi, Giresun Üniversitesi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sakarya Üniversitesi, Sinop Üniversitesi ve Yıldız Teknik Üniversitesi web sayfalarında:

Bu derste öğrencilerin matematiksel modelleme kavramı ve modelleme süreçleri hakkında bilgi sahibi olmaları, farklı modelleme problemleri üzerinde çalışmaları, kendilerinin de modelleme problemleri geliştirmeleri, sınıf içi modelleme uygulamaları hakkında bilgilenmeleri, modelleme uygulamaları tasarlamaları, farklı örnekler üzerinden modelleme problemi çözen öğrencilerin sergiledikleri çözüm yaklaşımları ve düşünme süreçlerini inceleyip değerlendirmeleri amaçlanmaktadır (Akdeniz Üniversitesi, 2023; Çanakkale 18 Mart Üniversitesi, 2023; Çukurova Üniversitesi, 2023; Gaziantep Üniversitesi, 2023; Giresun Üniversitesi, 2023; Manisa Celal Bayar Üniversitesi, 2023; Ondokuz Mayıs Üniversitesi, 2023; Sakarya Üniversitesi, 2023; Sinop Üniversitesi, 2023; Yıldız Teknik Üniversitesi, 2023).

şeklinde ifade edilmektedir.

Harran Üniversitesi ve Marmara Üniversitesi web sayfalarında benzer ifadeler yer almaktadır. Harran Üniversitesinde (2023) “Bu dersin amacı öğrencilere matematiksel modelleme hakkında bilgi vermek ve konularla ilgili matematiksel modeller geliştirmesini sağlamaktır.” iken Marmara Üniversitesinde (2023) “Bu dersin amacı öğretmen adaylarına matematik eğitiminde matematiksel modelleme uygulamaları hakkında temel bilgi ve becerileri kazandırmaktır.” olup oldukça benzer ifadelere yer verilmiştir. Adıyaman Üniversitesi ve Aksaray Üniversitesi web sitelerinde ise “Bu dersin sonunda öğrencilerin günlük hayat problem durumlarını matematikleştirerek uygun yapıları (kavramsal modelleri) geliştirmeleri hedeflenmiştir.” ifadelerine yer verilmiştir (Adıyaman Üniversitesi, 2023;

Aksaray Üniversitesi, 2023). Atatürk Üniversitesi web sayfasında hem ilköğretim matematik öğretmenliği hem de matematik öğretmenliği bölümleri ders kataloglarında dersin amacı “Öğrencilerin, matematiksel modellemenin basamaklarını tanımaları, matematiksel modelleme içeren problemlerin çözüm süreçlerini incelemeleri, matematiksel modelleme içeren etkinlikler geliştirilmeleri amaçlanmaktadır” şeklinde ifade edilmiştir (Atatürk Üniversitesi, 2023).

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi’nin (2023) web sayfasında “Bu dersin amacı matematiksel modelleme sürecinin öğretilmesi ve öğrenilen bilgiler ışığında ortaokul matematik konularının matematiksel modelleme süreci yardımıyla öğretiminin sağlanmasıdır.” biçiminde belirtilen amaç cümlesi genel amaç cümlesinin yanında öğretilen bilgilerin ortaokul matematik dersi konularıyla pekiştirileceği ve öğretmen adayının öğretmen olduktan sonra kullanabileceği şekilde genişletilmiştir. Bartın Üniversitesi (2023) web sayfasında ise amaç boyutu genel ifadelerle beraber “Ayrıca bu derste öğrencilerin matematikle ilgili kuramsal bilgi ve becerilerini en üst düzeye çıkarabilme adına, matematik öğretiminde kullanılan yöntemler içerisinde matematiksel modelleme ve uygulamalarına dayalı bir öğretim ortamı hazırlayabilecek öğretmenler yetiştirmek amaçlanmıştır.” şeklinde ifade edilmiştir. Web sayfasındaki ifadeyle öğrencilerin matematikle ilgili kuramsal bilgi ve becerilerinin üst düzeye çıkarabilecek yöntemlerden matematiksel modelleme ve uygulamalarına dayalı bir öğrenme ortamı hazırlayacak öğretmen yetiştirmek hedeflendiği anlaşılmaktadır.

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi (2023) web sayfasında “Öğrencilerin yaşam problemlerinin çözümü için matematiksel modelleme becerilerini geliştirmek.” şeklinde kapsayıcı ancak daha sade ifadeler kullanılmıştır. Erzincan Binalı Yıldırım Üniversitesi ve Kilis 7 Aralık Üniversitesi web sayfasında ise “Bu dersin amacı, matematiksel modelleme etkinliklerinin matematik öğretimindeki yerini ve öğrencilerin matematiksel modelleme becerilerini geliştirmeye yönelik güncel stratejileri tartışmaktır.” şeklinde belirtilmiştir (Erzincan Binalı Yıldırım Üniversitesi, 2023; Kilis 7 Aralık Üniversitesi, 2023). Yine genel hedef cümlelerine benzer bir ifade tercih edilmekle birlikte ek olarak modelleme becerilerini geliştirmeye yönelik güncel stratejilerin tartışılacağı belirtmiştir. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi (2023) web sayfasında “Modelleme kavramı ve özelliklerini incelemek, gerçek hayat problemlerinin çözümü için modellemeler oluşturmak ve modelleme kavramının matematik ve fen öğretimindeki yerini incelemektir.” şeklinde ifade edilmiştir. Bu amaç cümlesinde diğer üniversite web sayfalarındaki amaç cümlelerinden farklı olarak modelleme kavramının matematik öğretiminin yanı sıra fen öğretimindeki yerinin inceleneceği ifade

edilmiştir. Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi ve Pamukkale Üniversitesi web sitelerinde ise “Modelleme çalışmalarının epistemolojisini matematik eğitimi ilişkili olarak kavramak. Bazı gerçek hayat durumlarını gerek fiziksel araç gereçlerle gerekse bilgisayar ortamında matematik kavramlarından yararlanarak modelleyebilmek.” ifadelerine yer verilmiştir (Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, 2023; Pamukkale Üniversitesi, 2023).

Hacettepe Üniversitesi (2023) web sayfasında amaç cümlesi “Denklem, eşitsizlik, fonksiyon ve olasılık gibi matematiksel kavramların günlük yaşam problemlerinde uygulamalarını incelemektir.” şeklinde ifade edilmiştir (Hacettepe Üniversitesi, 2023). İncelenen üniversite web sayfalarından amaç boyutunda denklem, eşitsizlik, fonksiyon ve olasılık konu isimleri verilmiş ve bu kavramların yaşam problemlerindeki uygulamalarının inceleneceği belirtilmiştir. Hakkâri Üniversitesi, İnönü Üniversitesi ve Kırıkkale Üniversitesi web sayfasında ise “Bu dersin amacı öğretmen adaylarının matematik öğrenme ve öğretmede matematiksel modellemenin rolü hakkında bilgi sahibi olmalarını sağlamak ve matematiksel modelleme etkinlikleri kullanarak ders tasarlama becerilerini geliştirmektir.” şeklinde ifadeler kullanılarak dersin amacı belirtilmiştir (Hakkâri Üniversitesi, 2023; İnönü Üniversitesi, 2023; Kırıkkale Üniversitesi, 2023). Kütahya Dumlupınar Üniversitesi (2023) web sayfasında ise “Bu dersin amacı, matematikle ilgili felsefik sorunlar keşfetme ile matematik felsefesi ve matematiğin temelindeki belirsizlikleri tanımlama ve keşfetme.” incelenen diğer tüm web sitelerindeki amaç cümlesinden farklı bir ifade yer almaktadır.

Matematiksel modelleme dersi öğrenme çıktıları programın hedefleri arasında gösterilebilir. Üniversite web sitelerinde yer alan ders içerik bilgilerinde dersin amacı başlığı yanında dersin öğrenme çıktıları da ayrıca düzenlenmiştir. İncelenen yirmi üniversitenin web sayfalarında matematiksel modelleme dersi ders içeriklerinde öğrenme çıktıları şu şekilde özetlenebilir:

İncelenen üniversitelerden Akdeniz Üniversitesi, Bartın Üniversitesi (2023), Çanakkale 18 Mart Üniversitesi, Dicle Üniversitesi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi (2023), Balıkesir Üniversitesi (2023), Çukurova Üniversitesi (2023), Gaziantep Üniversitesi (2023), Dokuz Eylül Üniversitesi (2023), Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi (2023), Sakarya Üniversitesi (2023), Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Trabzon Üniversitesi, Gazi Üniversitesi (2023), Yıldız Teknik Üniversitesi (2023) ve Marmara Üniversitesi (2023) web sayfalarında model, matematiksel model, matematiksel model ve matematiksel modelleme kavramlarının tanımlanacağı ve bu kavramlara örnekler verebileceği öğrenme çıktısı olarak yer almaktadır. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi (2023) ise bu öğrenme çıktısına ek olarak

modellemenin felsefesini ve mantığını anlar diye hedef cümlesi koymuştur. Matematiksel modelleme perspektiflerini anlar şeklindeki öğrenme çıktısına ise Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi web sitesinde rastlanmaktadır.

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi (2023), Balıkesir Üniversitesi (2023), Burdur Üniversitesi (2023), Gaziantep Üniversitesi (2023), Ondokuz Mayıs Üniversitesi (2023), Sakarya Üniversitesi (2023), Yıldız Teknik Üniversitesi (2023), Çukurova Üniversitesi (2023), Dokuz Eylül Üniversitesi (2023), Muş Alparslan Üniversitesi (2023), İnönü Üniversitesi ve Marmara Üniversitesi (2023) üniversiteleri web sayfalarında matematiksel modellemeye yönelik etkinlik ve problem durumu tasarlama, çözümlerini yapabilme ve bu etkinlikleri değerlendirme öğrenme hedefleri belirtilmiştir. Modelleme yeterliklerini tanımlama ve bunların gelişim süreçlerini açıklayabilme öğrenme çıktısı ise Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi web sayfasından edinilen ders içeriklerinde öğrenme hedefi olarak belirtilmiştir. Matematiksel modelleme sürecinde teknolojiden yararlanabilme öğrenme çıktısı Balıkesir Üniversitesi (2023), Bartın Üniversitesi (2023), Dicle Üniversitesi (2023), Niğde Ömer Halisdemir (2023), Marmara Üniversitesi (2023) ve Tokat Gazi Osmanpaşa Üniversitesi (2023) web sayfalarında öğrenme çıktısı olarak yer almıştır. Matematiksel modellemeyi matematik dersi öğretim programları ile ilişkilendirebilmeyi ortaokul matematik dersi öğretim programı için Bartın Üniversitesi ve Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi (2023), ortaöğretim matematik dersi öğretim programı için ise Balıkesir Üniversitesi (2023) ve Dicle Üniversitesi (2023) web sayfalarında öğrenme çıktısı olarak yer verilmiştir.

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi (2023), “Modelleme şemalarını açıklar ve bu şemaların birbiriyle ilişkisini belirler.” öğrenme çıktısı belirtirken, Burdur Üniversitesi (2023) “Matematiksel modellemenin epistemolojik ve pedagojik yapısını bilir.” öğrenme çıktısını belirtmektedir. Akdeniz Üniversitesi (2023), Çanakkale 18 Mart Üniversitesi (2023), Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi (2023), Sinop Üniversitesi (2023) öğrenme çıktılarında sınıf içi ve dışı modelleme uygulamaları geliştirebilir öğrenme çıktısına yer verirken, Gaziantep Üniversitesi (2023) ile Ondokuz Mayıs Üniversitesi öğrenme çıktılarında sınıf içi mikro öğretim uygulamalarına yer verileceğini belirtmiştir. Gazi Üniversitesi matematiksel modelleme etkinliklerinin disiplinler arası önemini vurgulayan öğrenme çıktısı belirtmekle birlikte hangi dersle ilişkilendirileceğine yer vermemiştir. Hacettepe Üniversitesi (2023) ve Marmara Üniversitesi ders içeriklerinde öğrenme çıktısı olarak “Matematiksel modelleme bağlamında öğrencilerin matematiksel düşünme süreçlerini yorumlayabilir” ifadesine yer vermiştir. Burdur Üniversitesi (2023), matematiksel modellemenin epistemolojik ve pedagojik yapısını bilir öğrenme çıktısı ile diğer üniversite ders

içeriklerinden farklı bir hedef belirtmektedir. Akdeniz Üniversitesi, Dicle Üniversitesi, Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi ve Trabzon Üniversitesi web sayfalarında “Matematiği gerçek yaşamla ilişkilendiren problem kurar ve çözer.” öğrenme çıktısına yer vermiştir.

Ders amaçlarının üniversiteler arasında gösterdiği çeşitlilik dikkat çekicidir. Örneğin, Balıkesir ve Gazi Üniversiteleri gibi kurumlar teknoloji kullanımını ve müfredat entegrasyonunu açıkça hedef olarak belirtirken (Balıkesir Üniversitesi, 2023; Gazi Üniversitesi, 2023), Kütahya Dumlupınar Üniversitesi'nin matematik felsefesi odaklı yaklaşımı (2023) ve Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi'nin fen eğitimi bağlantılı hedefleri (2023), disiplinlerarası uygulamaların sınırlı düzeyde ele alındığını göstermektedir. Öğrenme çıktıları analizi ise, özellikle mikro öğretim uygulamaları (Gaziantep Üniversitesi, 2023), epistemolojik farkındalık (Burdur Üniversitesi, 2023) ve disiplinlerarası bağlantılar (Gazi Üniversitesi, 2023) gibi yenilikçi boyutların yalnızca belirli üniversitelerin programlarında yer aldığını ortaya koymaktadır.

Matematiksel Modelleme Dersinin Üniversite Web Sayfalarında Bulunan Bilgilere Göre İçerik Boyutunun Bulguları

Üniversitelerin ders kataloglarında matematiksel modelleme dersi kapsamında sunulan içerikler analiz edilmiş ve içerik cümleleri belirlenmiştir. Aşağıda içerik ifadelerinin frekans dağılımları yer almaktadır.

Tablo 12. *İçerik Boyutunda Üniversite Web Sayfalarında Yer Alan Bulgular*

İçerik cümlesi	f
Matematiksel modelleme ve problem çözme	30
Matematik öğretiminde modeller ve modelleme süreci	24
Modelleme döngüsü	24
Model geliştirme basamakları ve prensipleri	23
Modelleme etkinliklerinin matematik sınıflarında uygulanması ve öğretmenin rolü	23
Matematiksel modelleme etkinlikleri hazırlama ve öğrencilerin matematiksel düşünme süreçlerinin izlenmesi	21
Farklı ülkelerin öğretim programlarında matematiksel modelleme	4
Bazı önemli matematiksel modelleme problemlerinin çözümü	4
Matematiksel modelleme içeren etkinliklerin geliştirilmesi	3
Matematiksel modelleme ile ilgili yeni yaklaşımlar ve alan yazın incelenecek	2
Matematiksel modellemede yaşanan zorluklar	2
Matematiksel modelleme ve değerlendirme	1

Üniversitelerin web sayfalarında yer alan bilgiler içerik boyutunda incelendiğinde, derslerde en sık vurgulanan konular arasında matematiksel modelleme ve problem çözme

(f:30), matematik öğretiminde modeller ve modelleme süreci (f:24), modelleme döngüsü (f:24), model geliştirme basamakları ve ilkeleri (f:23), modelleme etkinliklerinin matematik sınıflarında uygulanması ve öğretmenin rolü (f:23) ile matematiksel modelleme etkinlikleri hazırlama ve öğrencilerin matematiksel düşünme süreçlerini izleme (f:21) yer almaktadır. Bu veriler, ders içeriklerinin büyük ölçüde modelleme süreci ve bu sürecin öğretim ortamına entegrasyonu üzerine yoğunlaştığını göstermektedir. Daha az sayıda üniversitede ise farklı ülkelerin öğretim programlarında matematiksel modellemenin yeri (f:4) ve bazı temel matematiksel modelleme problemlerinin çözümüne (f:4) yönelik içeriklere rastlanmıştır. Genel olarak, ders içeriklerinin ağırlıklı olarak matematiksel modelleme ve problem çözme ile modelleme süreci gibi temel kavramlar etrafında şekillendiği, daha sınırlı sayıda programda ise uluslararası karşılaştırmalar veya modelleme zorlukları gibi özel konulara yer verildiği gözlemlenmektedir.

Akdeniz Üniversitesi, Çukurova Üniversitesi, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Gaziantep Üniversitesi, Giresun Üniversitesi, Hakkâri Üniversitesi, Harran Üniversitesi, İnönü Üniversitesi, Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Kocaeli Üniversitesi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sakarya Üniversitesi, Sinop Üniversitesi, Uşak Üniversitesi ve Yıldız Teknik Üniversitesi web sayfalarında içerik boyutu:

Matematiksel modelleme ve problem çözme; matematik öğretiminde modeller ve modelleme süreci; modelleme döngüsü (problemi tanımlama, manipülasyon, tahmin ve doğrulama), model geliştirme basamakları; model geliştirme prensipleri; modelleme etkinliklerinin matematik sınıflarında uygulanması ve öğretmenin rolü; matematiksel modelleme etkinlikleri hazırlama ve öğrencilerin matematiksel düşünme süreçlerinin izlenmesi (Akdeniz Üniversitesi, 2023; Çukurova Üniversitesi, 2023; Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, 2023; Gaziantep Üniversitesi, 2023; Giresun Üniversitesi, 2023; Hakkâri Üniversitesi, 2023; Harran Üniversitesi, 2023; İnönü Üniversitesi, 2023; Kilis 7 Aralık Üniversitesi, 2023; Kocaeli Üniversitesi, 2023; Manisa Celal Bayar Üniversitesi, 2023; Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, 2023; Ondokuz Mayıs Üniversitesi, 2023; Sakarya Üniversitesi, 2023; Sinop Üniversitesi, 2023; Uşak Üniversitesi, 2023; Yıldız Teknik Üniversitesi, 2023) şeklinde ifade edilmiştir.

Adıyaman Üniversitesi (2023) ve Aksaray Üniversitesi (2023) web sayfasında içerik boyutu “Matematik öğretiminde modeller ve modelleme süreci, modelleme döngüsü (problemi tanımlama, manipülasyon, tahmin ve doğrulama), model geliştirme basamakları, model geliştirme prensipleri (6 prensip), modelleme etkinliklerinin ilköğretim matematik sınıflarında uygulanması.” şeklinde ifade edilmiştir. Anadolu Üniversitesi (2023) web sayfasında modelleme dersi problem çözme dersiyle birlikte verildiğinden içerik kısmı problem çözme dersini de içermektedir ve içerik boyutu:

Problem çözmeye giriş, problem ve problem çeşitleri, bilişsel taleplerine göre problemler, problem ve muhakeme; problem ve matematiksel okuryazarlık, problem çözme yaklaşımları; problem çözme stratejileri, probleme dayalı öğretim: örnek uygulamalar, probleme dayalı öğretimde değerlendirme modellemeye giriş: matematik öğretiminde modellemenin temelleri, öğrenme ve modelleme, modellemeye giriş: geleneksel matematik eğitiminde modelleme, farklı öğrenme ve öğretme yaklaşımlarında modelleme, model ortaya çıkaran aktivitelerin analizi, model geliştirme aşamaları, model ortaya çıkaran aktivitelerin hazırlanması, modelleme süreci; modellemeye dayalı ders anlatımı,

şeklinde ifade edilmiştir.

Atatürk Üniversitesi (2023) web sayfasında hem ilköğretim matematik öğretmenliği hem de matematik öğretmenliği bölümlerinde içerik boyutu:

Model ve matematiksel modelin tanımı ve örnekleri, modelleme ve matematiksel modellemenin tanımı ve örnekleri, matematiksel modelleme sürecinin basamakları, matematik öğretim programında matematiksel modelleme ele alınışı ve öğretilmesi, farklı ülkelerin öğretim programlarında matematiksel modellemenin ele alınışı ve öğretilmesi, bazı önemli matematiksel modelleme problemlerinin çözümü, matematiksel modelleme içeren etkinliklerin geliştirilmesi ve uygulanması,

şeklinde ifade edilmiştir.

Balıkesir Üniversitesi (2023) web sayfasında içerik boyutu “Matematik modellemenin, kavram öğretiminde ve problem çözme becerilerinin geliştirilmesinde nedenli etkili olduğunu ortaya çıkarmak, matematik modelleme etkinlikleri ve matematik modeller üreterek öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının eğitiminde kullanılmak üzere hizmetlerine sunmak.” şeklinde ifade edilmiştir. Bartın Üniversitesi (2023) web sayfasında içerik boyutunu “Bu derste matematiksel modelleme ile ilgili yeni yaklaşımlar ve alan yazın incelenecektir.” şeklinde ifade edilmiştir. Çanakkale 18 Mart Üniversitesi (2023) web sitesinde içerik boyutu dersin amaç ve hedefleri yahut hedeflenen öğrenme çıktısı şeklinde verilmiştir. İçerik boyutu “Bu dersin sonunda öğrenci; 1. Matematiksel modelleme kavramını ve modelleme süreçlerini açıklayabilir, 2. Modelleme problemlerini çözebilir, 3. Modelleme problemleri geliştirebilir, 4. Öğrencilerin modelleme problemlerine ilişkin çözümlerini değerlendirebilir, 5. Sınıf içi/dışı modelleme uygulamaları geliştirebilir.” şeklinde ifade edilmiştir.

Dicle Üniversitesi (2023) web sayfasında hem ilköğretim matematik öğretmenliği hem de matematik öğretmenliği bölümlerinde içerik boyutu hedef öğrenme çıktısı şeklinde ifade edilmiştir. Web sayfasında içerik kısmı:

Model, matematiksel model, modelleme ve matematiksel modellemeyi, tanımlayabilme ve ilişkilendirebilme, matematiksel modelleme sürecini tanıyabilme, farklı gerçek yaşam problemlerinin çözümlenmesine yönelik matematiksel modelleme yapabilme, matematiksel modellemeyi gerektiren gerçek yaşam problemleri oluşturabilme ve çözümleyebilme, matematiksel modellemeyi ve ortaöğretim matematik dersi öğretim programını ilişkilendirebilme, model oluşturma etkinliklerini

tanımlayabilme, oluşturabilme ve çözümleyebilme, matematiksel modelleme sürecinde teknolojiden yararlanabilme, şeklinde ifade edilmiştir.

Erciyes Üniversitesi (2023) web sayfasında içerik boyutu:

Matematik ve problem çözme, matematiksel modellemeye giriş, matematiksel modelleme perspektifleri, matematiksel modellemede eğilimler, matematiksel modellemenin öğretim programındaki yeri, modelleme yeterlikleri ve gelişimi, matematiksel modellemede yaşanan zorluklar, matematiksel modellemenin sınıf içi uygulamaları, matematiksel modellemede teknoloji kullanımı, matematiksel modelleme problemlerinde teknoloji kullanımının rolü, matematiksel modelleme ve değerlendirme, matematiksel modelleme pedagojisi, matematiksel modelleme ile ilgili çalışmalardan örnekler,

şeklinde oldukça detaylı verilmiştir.

Gazi Üniversitesi (2023) web sayfasında içerik boyutu:

Matematiksel modelleme nedir, veri ile modelleme, matematiksel modellerin kullanımı, teori yardımıyla modelleme. Problemi anlamak, değişken seçmek, varsayımlarda bulunmak, denklemleri çözmek, çözümün yorumlanması ve modellerin geçerliliği, modelin eleştirilmesi ve geliştirilmesi. Modelleme yeteneğinin geliştirilmesi: Modelleme problemleri, benzetim (simülasyon) modellemeleri, boyutsal analiz modellemeleri,

şeklinde ifade edilmiştir. Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi (2023) ve Pamukkale Üniversitesi (2023) web sayfalarında içerik boyutu:

Matematiksel modelleme süreci ve özellikleri. gerçek hayattan olayların çeşitli gösterim kullanılarak modellenmesi ve analiz edilmesi, matematiğin gerçek hayat problemlerinin çözümünde kullanılmasıyla ilgili stratejilerin ve tekniklerin geliştirilmesi, olayların matematiksel modellemelerinde gözlem, deney, benzetim, bilgisayar ve çeşitli teknolojilerin kullanılması, matematiksel kavramların, ilişkilerin, teoremlerin fiziksel nesneler, resim, şekil, bilgisayar, hesap makinesi vb. araçlar kullanılarak modellenmesi, bu modellerin öğrencinin düzeyine uyarlanması,

şeklinde ifade edilmiştir. Kırıkkale Üniversitesi (2023) web sayfasında içerik boyutu “Bu ders, lisans öğrencilerinin teorik anlamda matematiksel modelleme yönteminin çerçevesini oluşturabilmelerine ve model, matematiksel model, modelleme ve matematiksel modelleme kavramları arasındaki ilişkiyi kavrayabilmelerine yönelik olarak tasarlanmıştır.” şeklinde ifade edilmiştir.

Marmara Üniversitesi (2023) web sayfasında ise:

Bu ders kapsamında; matematik eğitiminde matematiksel modellemenin tanımı, kapsamı ve alan yazında ortaya çıkan farklı yaklaşımlar ele alınacaktır. Haftalık olarak ele alınacak konular ise şunlardır: (i) modelleme-problem çözme ilişkisi, (ii) modelleme etkinliklerinin özellikleri, matematiksel modelleme sürecinin aşamaları, (iii) modelleme yeterlik ve becerileri, (iv) modelleme etkinliklerinin sınıf uygulamalarında öğretmenin ihtiyaç duyacağı pedagojik bilgi ve yeterlikler, modellemenin eğitim ve öğretim sürecinde kullanımı ve gerçek sınıf uygulamaları ile

ilgili öğretmen eğitimi, (v) modelleme sürecinde öğrencilerin düşünme biçimleri (v) matematiksel modelleme sürecini ölçme ve değerlendirme,

şeklinde ifade edilmiştir. Trabzon Üniversitesi (2023) web sayfasında ise:

Matematiksel model oluşturma ve oluşturulan modelin işlerliğini test etme; gerçek yaşam problemleri çözme; modelleme döngüsü (problemi tanımlama, manipülasyon, tahmin ve doğrulama), model geliştirme basamakları; model geliştirme prensipleri; modelleme etkinliklerinin matematik sınıflarında uygulanması ve öğretmenin rolü; matematiksel modelleme etkinlikleri hazırlama ve öğrencilerin matematiksel düşünme süreçlerinin izlenmesi,

şeklinde ifade edilmiştir.

Amasya Üniversitesi, Bayburt Üniversitesi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Düzce Üniversitesi, Fırat Üniversitesi, Hacettepe Üniversitesi, İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Kastamonu Üniversitesi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muş Alparslan Üniversitesi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ordu Üniversitesi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Siirt Üniversitesi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi web sayfalarında içerik başlığı altında herhangi bir bilgi verilmemiştir.

YÖK'ün İlköğretim Matematik Lisans Programı'nda Matematiksel Modelleme içeriği şöyle verilmektedir:

Matematiksel modelleme ve problem çözme; matematik öğretiminde modeller ve modelleme süreci, modelleme döngüsü (problemi tanımlama, manipülasyon, tahmin ve doğrulama), model geliştirme basamakları; model geliştirme prensipleri, modelleme etkinliklerinin matematik sınıflarında uygulanması ve öğretmenin rolü; matematiksel modelleme etkinlikleri hazırlama ve öğrencilerin matematiksel düşünme süreçlerinin izlenmesi,

Üniversite web sayfalarında haftalık konular ise aşağıda detaylı şekilde açıklanmıştır.

Adıyaman Üniversitesi (2023) web sayfasında haftalık konular;

- Matematiksel modelleme ve problem çözme nedir?
- Matematik öğretiminde modeller ve modelleme süreci
- Modelleme döngü çeşitleri ve farklılıkları
- Modelleme döngüsü (problemi tanımlama, manipülasyon, tahmin ve doğrulama)
- Matematiksel modelleme problemlerinin incelenmesi
- Model geliştirme basamakları
- Model geliştirme prensipleri
- Modelleme etkinliklerinin matematik sınıflarında uygulanması ve öğretmenin rolü
- Matematiksel modelleme etkinlikleri hazırlama
- Öğrencilerin matematiksel düşünme süreçlerinin izlenmesi

şeklinde belirtilmiştir (Farklı haftalarda ki aynı konular tekrar yazılmamıştır.).

Akdeniz Üniversitesi (2023) web sayfasında haftalık konular;

- Model ve modelleme yaklaşımı ile ilgili temel bilgiler
- Matematiksel modellemenin temel özellikleri
- Matematiksel modelleme süreci
- Modelleme yeterlikleri ve gelişimi
- Modelleme etkinliklerinin öğretimde kullanımı
- Matematiksel Modelleme ile ilgili yapılmış tez ve makalelerin incelenmesi
- Örnek Matematiksel Modelleme Uygulamaları
- İlgili Kaynaklar Test
- Matematiksel Modelleme Sunumlarının Paylaşılması

şeklinde belirtilmiştir (Farklı haftalarda ki aynı konular tekrar yazılmamıştır.).

Aksaray Üniversitesi (2023) web sayfasında haftalık konular;

- Matematiksel Model ve Modelleme Nedir?
- Modelleme ve Modelleme Perspektifi ve Eğitimdeki Önemi
- Matematiksel Modelleme Etkinlikleri
- Modelleme Döngüsü (Problemi Tanımlama, Manipülasyon, Tahmin ve Doğrulama) Modelleme Etkinliğinin Uygulanması
- Modelleme Gelişim Basamakları (MME, Isınma Etkinlikleri ve Sınıf Tartışması)
- Model Geliştirme Prensipleri (Model Yapılandırma, Gerçeklik, Kendi Kendini Değerlendirme, Yapı Belgelendirme, Yapının Paylaşımı ve Yeniden Kullanımı, İlk Örnek Prensipleri)
- Modelleme Etkinliklerinin Modelleme Gelişim Basamakları ve Model Geliştirme Prensipleri Açısından İncelenmesi
- Matematiksel Modelleme Etkinliği Uygulanması ve Döngüsel Sürecin Analiz
- Eğitimde Modellemenin Önemine Dair Okumalar: Kitap: Lesh ve Doerr (2003) ve Makaleler
- Modelleme Etkinliği Sürecindeki Öğrencilerin Videoları ve Öğrenci Çözüm Yollarının Analizi
- Matematiksel Modelleme Etkinliği Uygulanması
- Eğitimde Modellemenin Önemine Dair Okumalar: Kitap: Lesh ve Doerr (2003) ve Makaleler Modelleme Etkinliği Geliştirme Çalışmaları (Örnek MEA'lerin Bulunması)
- Öğrencilerin Modelleme Etkinliği Hazırlamalarına İlişkin Sunumlar Geliştirilen Modelleme Etkinliklerinin Sunulması

şeklinde belirtilmiştir (Farklı haftalarda ki aynı konular tekrar yazılmamıştır.).

Anadolu Üniversitesi (2023) web sayfasında haftalık konular;

- Problem Çözmeye Giriş
- Problem ve Problem Çeşitleri
- Bilişsel Taleplerine Göre Problemler
- Problem ve Muhakeme; Problem ve Matematiksel Okuryazarlık
- Problem Çözme Yaklaşımları; Problem Çözme Stratejileri
- Probleme Dayalı Öğretim: Örnek Uygulamalar, Probleme Dayalı Öğretimde değerlendirme

- Modellemeye Giriş: Matematik Öğretiminde Modellemenin Temelleri, Öğrenme ve Modelleme
- Modellemeye Giriş: Geleneksel Matematik Eğitiminde Modelleme, Farklı Öğrenme ve Öğretme Yaklaşımlarında Modelleme
- Model Ortaya Çıkaran Aktivitelerin Analizi
- Model Geliştirme Aşamaları
- Model Ortaya Çıkaran Aktivitelerin Hazırlanması
- Modelleme Süreci; Modellemeye Dayalı Ders Anlatımı

şeklinde belirtilmiştir (Farklı haftalarda ki aynı konular tekrar yazılmamıştır.).

Çanakkale 18 Mart Üniversitesi (2023) web sayfasında haftalık konular;

- Matematiksel Modelleme Kavramı
- Matematiksel Modelleme ve Problem Çözme
- Matematik Öğretiminde Modeller ve Modelleme Süreci
- Modelleme Döngüsü
- Model Geliştirme Basamakları
- Model Geliştirme Prensipleri
- Modelleme Etkinliklerinin Matematik Sınıflarında Uygulanması
- Sınıf İçi Uygulamalarda Öğretmenin Rolü
- Matematiksel Modelleme Etkinlikleri Hazırlama
- Öğrencilerin Matematiksel Düşünme Süreçlerinin İzlenmesi

şeklinde belirtilmiştir (Farklı haftalarda ki aynı konular tekrar yazılmamıştır.).

Balıkesir Üniversitesi (2023) web sayfasında haftalık konular;

- Model ve Matematiksel Model Nedir
- Modelleme ve Matematiksel Modelleme Nedir
- Ortaöğretim Matematik Dersi Öğretim Programı ve Matematiksel Modelleme
- Farklı Ülkelerin (Almanya, Singapur, İspanya, Amerika) Öğretim Programlarında Matematiksel Modellemenin Yeri
- Matematiksel Modelleme Süreci
- Literatürde Var Olan Matematiksel Modelleme Problemlerinin Çözümünün Yapılması (Saman Balyası Problemi, Deniz Feneri ve Köprü Problemleri)
- Literatürde Var Olan Matematiksel Modelleme Problemlerinin Çözümünün Yapılması (Sıcaklık, Merdiven, Nüfus Artışı Problemleri)
- Literatürde Var Olan Matematiksel Modelleme Problemlerinin Çözümünün Yapılması
- Matematiksel Modelleme Problemi Oluşturma ve Modelleme Sürecine Uygun Olarak Çözme
- Teknoloji İle Matematiksel Modellemeyi İlişkilendirme
- Matematiksel Modelleme Problemlerinin Çözüm Sürecine Uygun Teknolojinin Entegrasyonu
- Teknoloji Destekli Ortamda Matematiksel Modelleme Problemlerine Çözüm Üretme
- Etkinlik ve Etkinlik Tasarım Süreci, Model Oluşturma Etkinlikleri, Prensipleri
- Model Oluşturma Etkinliği Tasarım Süreci, Model Oluşturma Etkinliği Tasarlama

şeklinde yer almaktadır. Balıkesir Üniversitesi dersin konularını her hafta farklı ve hayli yoğun bir şekilde sunmaktadır. İlk haftalar modelleme ile alakalı tanımlar ve kavramlar öğretilmiş, sonraki hafta lise matematik dersinde modellemenin yeri anlatılmıştır. Sonraki hafta diğer ülkelerin programlarındaki matematiksel modelleme yaklaşımlarından bahsetmiş ve modelleme süreci anlatılmıştır. İlerleyen haftalarda ise literatürde yer alan modelleme problemleri çözülmüştür. Sonra teknoloji ile modellemeyi ilişkilendirip etkinlik tasarım süreçleri ve model oluşturma etkinliği tasarlanmıştır.

Bartın Üniversitesi (2023) web sayfasında haftalık konular;

- Modelleme ve Matematiksel Modelleme Nedir
- Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programı ve Matematiksel Modelleme
- Farklı Ülkelerin (Almanya, Singapur, İspanya, Amerika) Öğretim Programlarında Matematiksel Modellemenin Yeri
- Literatürde Var Olan Matematiksel Modelleme Problemlerinin Çözümünün Yapılması
- Matematiksel Modelleme Problemi Oluşturma ve Modelleme Sürecine Uygun Olarak Çözme
- Matematiksel Modelleme Problemlerinin Çözüm Sürecine Uygun Teknolojinin Entegrasyonu
- Etkinlik ve Etkinlik Tasarım Süreci, Model Oluşturma Etkinlikleri

şeklinde yer almaktadır (Farklı haftalarda ki aynı konular tekrar yazılmamıştır.). Bartın Üniversitesi haftalık konularda genel sıraya uygun başlayarak modelleme kavramı tanıtılmış, ortaokul matematik dersi öğretim programı ve programdaki matematiksel modelleme sürecinden bahsedilmiştir. Yine Balıkesir Üniversitesinde olduğu gibi diğer ülkelerin programlarında matematiksel modellemenin yerinden bahsedilmiştir. Literatürde yer alan problemler çözülmüş, teknoloji ile entegrasyonu anlatılmış ve son olarak model oluşturma etkinliklerine yer verilmiştir.

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi (2023) web sayfasında haftalık konular;

- Matematiksel Modelleme Nedir? Matematiksel Modelleme Becerileri/Yeterliği Nedir? Etki Eden Faktörler Nelerdir?
- Matematiksel Modellemenin Pedagojik ve Epistemolojik Yapısı
- Matematiksel Modelleme Problemlerinin Çözülmesi
- Matematiksel Kavramların, İlişkilerin Öğretimi Açısından Matematiksel Modelleme Etkinlikleri Tasarlanması
- Ortaokul Matematik Müfredatına Uygun Yapıda Matematiksel Modelleme Etkinlikleri Tasarlanması

şeklinde yer almaktadır (Farklı haftalarda ki aynı konular tekrar yazılmamıştır.). Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesinde dersin haftalık konuları matematiksel modelleme tanımı ile başlamış, modelleme beceri ve yeterliklerinin neler olduğu anlatılmıştır. Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi'nde diğer üniversitelerden farklı olarak modellemenin pedagojik ve

epistemolojik yapısı incelenmiştir. Devam eden haftalarda literatürde yer alan matematiksel modelleme problemleri çözülmüş, modelleme etkinlikleri tasarlanmış ve ortaokul öğretim programına uygun matematiksel modelleme etkinlikleri tasarlanarak konular bitirilmiştir.

Çukurova Üniversitesi (2023) web sayfasında haftalık konular;

- Matematiksel Modelleme Kavramı
- Matematiksel Modelleme ve Problem Çözme
- Matematik Öğretiminde Modeller ve Modelleme Süreci
- Modelleme Döngüsü
- Model Geliştirme Basamakları
- Model Geliştirme Prensipleri
- Modelleme Etkinliklerinin Matematik Sınıflarında Uygulanması
- Sınıf İçi Uygulamalarda Öğretmenin Rolü
- Matematiksel Modelleme Etkinlikleri Hazırlama
- Matematiksel Modelleme Etkinlikleri Sunma ve Değerlendirme

şeklinde yer almaktadır (Farklı haftalarda ki aynı konular tekrar yazılmamıştır.). Çukurova Üniversitesi (2023) matematiksel modelleme dersi haftalık konuları genel uygulamaya benzer şekilde önce matematiksel modelleme kavramından bahsedilmiş, problem çözme anlatılmış, matematik öğretiminde matematiksel modelleme ve modelleme sürecinden bahsedilmiş, modelleme döngüsü, basamakları ve prensipleri anlatılmış, ardından modelleme etkinliklerinin matematik sınıflarında uygulanmasından ve uygulama anında öğretmenin rolünden bahsedilmiş son olarak matematiksel modelleme etkinlikleri hazırlanmış ve sunulmuştur.

Dicle Üniversitesi (2023) web sayfasında haftalık konular;

- Model ve Matematiksel Model Nedir Örnekleri
- Modelleme ve Matematiksel Modelleme Nedir Örnekleri
- Ortaöğretim Matematik Dersi Öğretim Programı ve Matematiksel Modelleme
- Farklı Ülkelerin (Almanya, Singapur, İspanya, Amerika) Öğretim Programlarında Matematiksel Modellemenin Yeri
- Matematiksel Modelleme Süreci
- Literatürde Var Olan Matematiksel Modelleme Problemlerinin Çözümünün Yapılması (Saman Balyası Problemi, Deniz Feneri ve Köprü Problemleri)
- Literatürde Var Olan Matematiksel Modelleme Problemlerinin Çözümünün Yapılması (Sıcaklık, Merdiven, Nüfus Artışı Problemleri)
- Matematiksel Modelleme Problemi Oluşturma ve Modelleme Sürecine Uygun Olarak Çözme
- Teknoloji ile Matematiksel Modellemeyi İlişkilendirme
- Matematiksel Modelleme Problemlerinin Çözüm Sürecine Uygun Teknolojinin Entegrasyonu
- Teknoloji Destekli Ortamda Matematiksel Modelleme Problemlerine Çözüm Üretme
- Etkinlik ve Etkinlik Tasarım Süreci, Model Oluşturma Etkinlikleri, Prensipleri
- Model Oluşturma Etkinliği Tasarım Süreci, Model Oluşturma Etkinliği Tasarlama

şeklinde yer almaktadır (Farklı haftalarda ki aynı konular tekrar yazılmamıştır.). Dicle Üniversitesi haftalık konularda literatürde yer alan bazı problemlerin çözümlerinin yapılacağını belirtmiştir. Ayrıca Dicle Üniversitesi haftalık konularda Bartın Üniversitesi ve Balıkesir Üniversitesinde olduğu gibi farklı ülkelerin öğretim programlarına da yer verilmiştir.

Dokuz Eylül Üniversitesi (2023) web sayfasında haftalık konular;

- Matematiksel Modelleme Kavramı
- Matematiksel Modelleme ve Problem Çözme
- Matematik Öğretiminde Modeller ve Modelleme Süreci
- Modelleme Döngüsü
- Model Geliştirme Basamakları
- Model Geliştirme Prensipleri
- Modelleme Etkinliklerinin Matematik Sınıflarında Uygulanması
- Sınıf İçi Uygulamalarda Öğretmenin Rolü
- Matematiksel Modelleme Etkinlikleri Hazırlama
- Öğrencilerin Matematiksel Düşünme Süreçlerinin İzlenmesi

şeklinde yer almaktadır (Farklı haftalarda ki aynı konular tekrar yazılmamıştır.). Dokuz Eylül Üniversitesi (2023) Çukurova Üniversitesi (2023) ile benzer konuları aynı sıra ile vermiştir.

Erciyes Üniversitesi (2023) web sayfasında haftalık konular;

- Matematik ve Problem Çözme
- Matematiksel Modellemeye Giriş
- Matematiksel Modelleme Perspektifleri
- Matematiksel Modellemede Eğilimler
- Matematiksel Modellemenin Öğretim Programındaki Yeri
- Modelleme Yeterlikleri ve Gelişimi
- Matematiksel Modellemede Yaşanan Zorluklar
- Matematiksel Modellemenin Sınıf İçi Uygulamaları
- Matematiksel Modellemede Teknoloji Kullanımı
- Matematiksel Modelleme Problemlerinde Teknoloji Kullanımının Rolü
- Matematiksel Modelleme ve Değerlendirme
- Matematiksel Modelleme Pedagojisi
- Matematiksel Modelleme ile İlgili Çalışmalardan Örnekler

şeklinde belirtilmiştir (Farklı haftalarda ki aynı konular tekrar yazılmamıştır.).

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi (2023) web sayfasında haftalık konular;

- Matematiksel Modelleme Nedir?
- Matematiksel Modelleme ve Problem Çözme
- Matematik Öğretiminde Modeller ve Modelleme Süreci
- Modelleme Döngüsü (Problemi Tanımlama, Manipülasyon, Tahmin ve Doğrulama)
- Model Geliştirme Basamakları
- Model Geliştirme Prensipleri
- Modelleme Etkinliklerinin Matematik Sınıflarında Uygulanması ve Öğretmenin Rolü

- Modelleme Etkinliklerinin Matematik Sınıflarında Uygulanması ve Öğrencinin Rolü
- Matematiksel Modelleme Etkinlikleri Hazırlama
- Matematiksel Modelleme Etkinlikleri Hazırlama
- Öğrencilerin Matematiksel Düşünme Süreçlerinin İzlenmesi

şeklinde yer almaktadır (Farklı haftalarda ki aynı konular tekrar yazılmamıştır.). Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi (2023) haftalık konularda Çukurova Üniversitesi ile Dokuz Eylül Üniversitesi aynı konu ve sırayı uygulamıştır.

Gazi Üniversitesi (2023) web sayfasında haftalık konular;

- Matematiksel Modelleme Nedir? Modelleme Çeşitleri?
- Problem Çözme ve Modelleme Arasındaki İlişki
- Modelleme Uygulamaları

şeklinde yer almaktadır (Farklı haftalarda ki aynı konular tekrar yazılmamıştır.). Gazi Üniversitesi (2023) haftalık konularda en az başlığa sahip üniversitedir. Haftalara yayılan konular matematiksel modelleme nedir çeşitleri nelerdir, problem çözmeyle modellemenin ilişkisi ve son olarak modelleme uygulamalarından bahsedilmiştir.

Giresun Üniversitesi (2023) web sayfasında haftalık konular;

- Matematiksel Modelleme Kavramı, Matematiksel Modelleme ve Problem Çözme
- Matematik Öğretiminde Modeller ve Modelleme Süreci, Modelleme Perspektifleri
- Modelleme Döngüsü, Model Geliştirme Basamakları
- Model Oluşturma Etkinlikleri ve Prensipleri
- Modelleme Etkinliklerinin Matematik Sınıflarında Uygulanması
- Uygulanan Etkinliklerin ve Sürecin Değerlendirilmesi
- Matematiksel Modellemede Eğilimler
- Matematiksel Modelleme Etkinlikleri Hazırlama
- Hazırlanan Modelleme Etkinliklerinin Matematik Sınıflarında Uygulanması
- Öğrencilerin Matematiksel Düşünme Süreçlerinin İncelenmesi ve Yaşanan Zorlukların Belirlenmesi

şeklinde yer almaktadır (Farklı haftalarda ki aynı konular tekrar yazılmamıştır.). Giresun Üniversitesi (2023) haftalık konuları Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi (2023), Çukurova Üniversitesi (2023) ve Dokuz Eylül Üniversitesi ile aynı konu ve sırayı uygulamıştır. Farklı olarak öğrencilerim matematiksel süreçlerinin incelenmesi ile birlikte yaşanan zorluklar belirlenmiştir.

Hacettepe Üniversitesi (2023) web sayfasında haftalık konular;

- Güncel Yaşam Problemlerine Genel Bakış
- Matematiksel Modelleme Kavramı, Temel Özellikleri
- Matematiksel Modelleme Etkinliği/Doğrusal Modeller
- Matematiksel Modelleme Etkinliği/Nüfus Modeli

- Matematiksel Modelleme Etkinliği/Sürekli Büyüme- Küçülme Modelleri
- Matematiksel Modelleme Etkinliği/Polinom Modeller
- Matematiksel Modelleme Etkinliği/Olasılık ve İstatistiksel Modeller
- Matematiksel Modelleme Etkinliği/Trigonometrik Modeller
- Matematiksel Modelleme Etkinliği/Matris Modelleri
- Matematiksel Modelleme Etkinliği/Optimizasyon Modelleri
- Öğrenciler Tarafından Hazırlanan Modelleme Etkinlikleri Sunumu

şeklinde yer almaktadır (Farklı haftalarda ki aynı konular tekrar yazılmamıştır.). Hacettepe Üniversitesi (2023) diğer üniversitelerin haftalık konularından farklı olarak matematiksel modelleme kavramı ve temel özellikleri verildikten sonra her hafta farklı konulardaki matematiksel modelleme etkinlikleri incelenerek programa devam edilmiştir. Son olarak diğer üniversitelerde olduğu gibi öğrencilerin hazırladıkları modelleme etkinlerinin sunumuna yer verilmiştir.

Hakkâri Üniversitesi (2023) web sayfasında haftalık konular;

- Matematiksel Modelleme Ve Problem Çözme
- Matematik Öğretiminde Modeller Ve Modelleme Süreci
- Modelleme Etkinliği 1
- Modelleme Etkinliği 2
- Modelleme Etkinliği 3
- Modelleme Döngüsü (Problemi Tanımlama, Manipülasyon, Tahmin Ve Doğrulama)
- Modelleme Geliştirme Basamakları (MEA, Isınma Etkinlikleri Ve Sınıf Tartışması)
- Modelleme Etkinliği 4
- Modelleme Etkinliği 5
- Model Geliştirme Prensipleri (Model Yapılandırma, Gerçeklik, Kendi Kendini Değerlendirme, Yapı Belgelendirme, Yapının Paylaşımı Ve Yeniden Kullanımı, İlk Örnek Prensipleri)
- Modelleme Etkinliği Geliştirme Çalışmaları I
- Modelleme Etkinliği Geliştirme Çalışmaları II

şeklinde yer almaktadır (Farklı haftalarda ki aynı konular tekrar yazılmamıştır.).

Harran Üniversitesi (2023) web sayfasında haftalık konular;

- Matematikte Problem Çözmede Strateji Kullanımları.
- Problem Çözme.
- Matematik Problemlerinin Çözümünde Modelleme Yaklaşımları.
- Matematiksel Düşünmeyi Geliştirme ve Modelleme Araştırmaları.

şeklinde yer almaktadır (Farklı haftalarda ki aynı konular tekrar yazılmamıştır.). Harran Üniversitesi (2023) dört başlıklı haftalara yaymış ve matematikte problem çözme stratejilerinden bahsedip matematiksel modelleme yaklaşımlarını problem çözme stratejisi gibi ele almıştır.

Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi (2023) web sayfasında haftalık konular;

- Model ve Modelleme Yaklaşımı İle İlgili Temel Bilgiler
- Model Gelişimi
- Matematiksel Modellemenin Temel Özellikleri
- Modellemenin Epistemolojik ve Pedagojik Yapısı
- Modelleme Problemlerinin Çözülmesi
- Ortaokulda Matematiksel Modelleme
- Matematiksel Modellemede Teknoloji Kullanımı
- Problem Çözmeye Model ve Modelleme Yaklaşımı İle Bakış
- Modelleme İle İlgili Tez ve Makale Sunumları
- Modelleme İle İlgili Tez ve Makale Sunumları (Devam)
- Ortaokul Düzeyindeki Sınıfta Uygulanmış Bir Modelleme Etkinliğinin Analizi
- Model Ortaya Çıkarma Etkinlikleri (Uygulama)
- Model Ortaya Çıkarma Etkinlikleri (Analiz-Tartışma)

şeklinde yer almaktadır (Farklı haftalarda ki aynı konular tekrar yazılmamıştır.).

İnönü Üniversitesi (2023) web sayfasında haftalık konular;

- Matematiksel Modelleme ve Problem Çözme
- Matematik Öğretiminde Modeller ve Modelleme Süreci
- Modelleme Etkinliği 1
- Modelleme Etkinliği 2
- Modelleme Etkinliği 3
- Modelleme Döngüsü (Problemi Tanımlama, Manipülasyon, Tahmin ve Doğrulama)
- Modelleme Geliştirme Basamakları (MEA, Isınma Etkinlikleri ve Sınıf Tartışması)
- Modelleme Etkinliği 4
- Modelleme Etkinliği 5
- Model Geliştirme Prensipleri (Model Yapılandırma, Gerçeklik, Kendi Kendini Değerlendirme, Yapı Belgelendirme, Yapının Paylaşımı ve Yeniden Kullanımı, İlk Örnek Prensipleri)
- Modelleme Etkinliği Geliştirme Çalışmaları I
- Modelleme Etkinliği Geliştirme Çalışmaları II

şeklinde yer almaktadır (Farklı haftalarda ki aynı konular tekrar yazılmamıştır.). İnönü Üniversitesi (2023) haftalık konularda Giresun Üniversitesi (2023), Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi (2023), Çukurova Üniversitesi (2023) ve Dokuz Eylül Üniversitesi ile aynı konu başlıklarını verirken Hacettepe Üniversitesi (2023) konularında olduğu gibi bazı haftalar modelleme etkinliği yapmışlardır.

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi (2023) web sayfasında haftalık konular;

- Modelleme Kavramı, Kullanım Yerlerine İlişkin Bir Bakış
- Gerçek Yaşam Problemleri ve Çözüm Yaklaşımları
- Modelleme Kavramı, Temel Özellikleri
- Problem Çözme ve Modelleme Arasındaki İlişki
- Modelleme Şemaları ve Bunların Birbirleriyle Olan İlişkisi
- Modelleme Örneklerinin İncelenmesi
- Modelleme Örnekleri

- Modellemenin Matematik ve Fen Eğitimindeki Yeri

şeklinde yer almaktadır (Farklı haftalarda ki aynı konular tekrar yazılmamıştır.). Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi (2023) haftalık konularda modellemenin fen öğretimindeki yerinden bahsedilmiştir.

Kırıkkale Üniversitesi (2023) web sayfasında haftalık konular;

- Matematik Eğitimi Açısından Matematiksel Modelleme ve Matematiksel Modellemenin Öğretim Programlarındaki Yeri
- Matematiksel Modelleme Perspektifleri
- Matematiksel Modelleme Süreci
- Matematiksel Modelleme Etkinlikleri
- Matematiksel Modellemede Teknolojinin Kullanımı
- Matematiksel Modellemede Sınıf İçi Uygulamalar
- Matematiksel Modelleme Öğretiminde Öğretmen Yeterlikleri
- Matematiksel Modellemede Yaşanan Zorluklar ve Çözüm Önerileri
- Matematiksel Modelleme ve Değerlendirme
- Matematiksel Modelleme Problemlerinin Çözümünün Yapılması
- Modelleme Etkinliği Geliştirme ve Uygulama

şeklinde belirtilmiştir (Farklı haftalarda ki aynı konular tekrar yazılmamıştır.).

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi (2023) web sayfasında haftalık konular;

- Matematiksel Modellemeye Giriş
- Matematiksel Modelleme Süreci
- Modelleme Yeterlikleri ve Gelişimi
- Modelleme Etkinliklerinin Öğretimde Kullanımı
- Matematiksel Modelleme Problemleri Tasarımı

şeklinde belirtilmiştir (Farklı haftalarda ki aynı konular tekrar yazılmamıştır.). Kırşehir Ahi Evran üniversitesi ders konularını modellemeye giriş, modelleme süreci, yeterlikleri, matematik öğretiminde kullanılması ve modelleme problemleri tasarlama şeklinde haftalara yayılmış şekilde vermektedir.

Kilis 7 Aralık Üniversitesi (2023) web sayfasında haftalık konular;

- Matematik ile Gerçek Yaşam Arasındaki İlişki
- Gerçek Yaşam Temelli Problem Çözme Yaklaşımı Olarak Matematiksel Modelleme
- Matematiksel Modelleme Perspektifleri-I
- Matematiksel Modelleme Perspektifleri-II
- Matematiksel Modelleme Problemlerinin Özellikleri
- Matematiksel Modelleme Süreci Basamakları
- Model Oluşturma Sürecini Modelleme Basamaklarına Göre Düzenleme
- Geleneksel Problemler ile Matematiksel Modelleme Problemleri Arasındaki İlişki
- Problemleri Modelleme Kriterlerine Göre Değerlendirme
- Matematiksel Modelleme Problemi Tasarlama-I

- Matematiksel Modelleme Problemi Tasarlama-II
- Modelleme Sürecini Raporlaştırma-I
- Modelleme Sürecini Raporlaştırma-II

şeklinde yer almaktadır (Farklı haftalarda ki aynı konular tekrar yazılmamıştır.).

Kocaeli Üniversitesi (2023) web sayfasında haftalık konular;

- Matematikte Problem Çözmede Strateji Kullanımları.
- Problem Çözme.
- Matematik Problemlerinin Çözümünde Modelleme Yaklaşımları.
- Matematiksel Düşünmeyi Geliştirme ve Modelleme Araştırmaları.
- Sunumlar Şeklinde Yer Almaktadır (Farklı Haftalarda Ki Aynı Konular Tekrar Yazılmamıştır.).
- Kütahya Dumlupınar Üniversitesi (2023) Web Sayfasında Haftalık Konular;
- Matematik Nedir? Matematik Tarihi Nedir?
- Rakamları ve Sayıların Tarihi Gelişimi
- Bilinen En Eski Matematik Tarihi Belgeleri: Rhind ve Moskow Papirüsü
- Pi Sayısının Tarihi Gelişimi
- Eski Bir Hint Matematikçisi ve Astronom: Aryabhata
- Diyophant'ın Matematik Dünyasına Kazandırdıkları
- Öklid'in Geometrisi ve Matematik Dünyasına Kazandırdıkları
- Arasınave Konu Tekrarı
- Pisagor Ve Dönemi. İbn-İ Türk'ün İkinci Derece Denklemlerin Çözümüne Yaklaşımı
- Harezmi'nin Hayatı ve Matematik Dünyasına Katkıları
- Kümeler Teorisinin Tarihçesi
- Ömer Hayyam'ın Matematik ile İlgili Çalışmaları
- Matematik Tarihi ile İlgili Bir Belgesel İzleme

şeklinde yer almaktadır (Farklı haftalarda ki aynı konular tekrar yazılmamıştır.). Kütahya Dumlupınar Üniversitesi (2023) haftalık konu başlıkları incelendiğinde başka bir dersin haftalık konu başlıklarının verildiği görülmüştür.

Marmara Üniversitesi (2023) web sayfasında haftalık konular;

- Müfredatlar Da Matematiksel Modelleme
- Matematiksel Modelleme İle İlgili Temel Kavramların Tartışılması
- Model-Matematiksel Model – Matematiksel Modelleme Örnek Modelleme Etkinliği-1 (Düşünce Raporu-1)
- Matematiksel Modelleme – Uygulama Problemleri Örnek Modelleme Etkinliği-2 (Düşünce Raporu-1)
- Teorik Tartışma
- Matematiksel Modelleme – Uygulama Problemleri
- Modelleme Etkinliklerinin Doğası
- Matematiksel Modelleme Problem Türleri Ve Özellikleri
- Matematiksel Modelleme Süreci, Döngüsü, Önemi ve Farklı Gösterimler Örnek Modelleme Etkinliği-3 (Düşünme Raporu-3)
- Matematiksel Modelleme Süreci, Döngüsü, Önemi ve Farklı Gösterimler

- Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin Sınıf Uygulamaları Sürecinde Öğretmenin Rolü ve Sahip Olması Gereken Donanımlar Örnek Modelleme Etkinliği-4
- (Düşünme Raporu-4)
- Matematiksel Modelleme Becerileri,
- Matematiksel Modelleme ve Ölçme-Değerlendirmesi

şeklinde yer almaktadır (Farklı haftalarda ki aynı konular tekrar yazılmamıştır.). Marmara Üniversitesi (2023) haftalık konuları diğer üniversitelere benzer şekilde uygulamıştır. İnönü Üniversitesi ve Hacettepe Üniversitesi gibi Marmara Üniversitesinde de etkinliklere sıkça yer verildiği görülmektedir.

Manisa Celal Bayar Üniversitesi (2023) web sayfasında haftalık konular;

- Matematiksel Modelleme Kavramı
- Matematiksel Modelleme ve Problem Çözme
- Matematik Öğretiminde Modeller ve Modelleme Süreci
- Modelleme Döngüsü
- Model Geliştirme Basamakları
- Model Geliştirme Prensipleri
- Modelleme Etkinliklerinin Matematik Sınıflarında Uygulanması
- Sınıf İçi Uygulamalarda Öğretmenin Rolü
- Matematiksel Modelleme Etkinlikleri Hazırlama
- Öğrencilerin Matematiksel Düşünme Süreçlerinin İzlenmesi

şeklinde yer almaktadır (Farklı haftalarda ki aynı konular tekrar yazılmamıştır.).

Muğla Sıtkı Koçan Üniversitesi (2023) web sayfasında haftalık konular;

- Matematiksel Modelleme ve Problem Çözme Nedir?
- Matematik Öğretiminde Modeller ve Modelleme Süreci
- Modelleme Döngü Çeşitleri ve Farklılıkları
- Modelleme Döngüsü (Problemi Tanımlama, Manipülasyon, Tahmin ve Doğrulama)
- Matematiksel Modelleme Problemlerinin İncelenmesi
- Model Geliştirme Basamakları
- Model Geliştirme Prensipleri
- Modelleme Etkinliklerinin Matematik Sınıflarında Uygulanması ve Öğretmenin Rolü
- Matematiksel Modelleme Etkinlikleri Hazırlama
- Öğrencilerin Matematiksel Düşünme Süreçlerinin İzlenmesi.

şeklinde yer almaktadır (Farklı haftalarda ki aynı konular tekrar yazılmamıştır.).

Muş Alparslan Üniversitesi (2023) web sayfasında haftalık konular;

- Model ve Matematiksel Model Nedir
- Modelleme ve Matematiksel Modelleme Nedir
- İlköğretim Matematik Dersi Öğretim Programı ve Matematiksel Modelleme
- Matematiksel Modelleme Süreci
- Literatürde Var Olan Matematiksel Modelleme Problemlerinin Çözümünün Yapılması

- (Saman Balyası Problemi, Deniz Feneri ve Köprü Problemleri)
- Literatürde Var Olan Matematiksel Modelleme Problemlerinin Çözümünün Yapılması
- (Trafik Lambası Problemi, Büyük Ayak Problemleri)
- Matematiksel Modelleme Türleri
- Matematiksel Modelleme Problemi Oluşturma ve Modelleme Sürecine Uygun Olarak Çözme
- Teknoloji İle Matematiksel Modellemeyi İlişkilendirme
- Matematiksel Modelleme Problemlerinin Çözüm Sürecine Uygun Teknolojinin Entegrasyonu
- Etkinlik Ve Etkinlik Tasarım Süreci, Model Oluşturma Etkinlikleri, Prensipleri
- Model Oluşturma Etkinliği Tasarım Süreci, Model Oluşturma Etkinliği Tasarlama

şeklinde yer almaktadır (Farklı haftalarda ki aynı konular tekrar yazılmamıştır.). Muş Alparslan Üniversitesi (2023) haftalık konuları Bartın Üniversitesi (2023), Balıkesir Üniversitesi (2023), Dicle Üniversitesi ve Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi'nde (2023) olduğu gibi modellemeye uygun teknoloji entegrasyonu eklemiştir.

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi (2023) web sayfasında haftalık konular;

- Dersin Tanıtımı, İzlenimin İncelenmesi, Model ve Matematik Eğitiminde Model Kullanımı
- Model ve Modelleme Arasındaki İlişki, Matematiksel Modelleme (Örnek Modeller)
- Matematiksel Modelleme Süreci ve Literatürde Yer Alan Farklı Modelleme Süreçlerinin İncelenmesi
- Matematiksel Modellemenin Matematik Öğretiminde Yeri ve Önemi
- Farklı Modelleme Perspektifleri (Farklı Perspektiflere Göre Örnek Etkinlikler)
- Matematiksel Modelleme Yeterlikleri
- Matematiksel Modelleme Süreci ve Modelleme Yeterlikleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi
- Modelleme Etkinliklerinin Öğretimde Kullanımı (Örnek Etkinlikler)
- Farklı Modelleme Perspektiflerine Göre Modelleme Etkinliklerinin Özellikleri
- Modelleme Etkinliklerinin Sınıf Ortamında Uygulanma Süreci
- Örnek Matematiksel Modelleme Etkinlikleri Tasarım Süreci
- Matematiksel Modellemeye Yönelik Mikro-Öğretim Uygulamaları

şeklinde yer almaktadır (Farklı haftalarda ki aynı konular tekrar yazılmamıştır.).

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi (2023) web sayfasında haftalık konular;

- Model ve Matematiksel Model Nedir?
- Modelleme ve Matematiksel Modelleme Nedir?
- Matematik Dersi Öğretim Programı ve Matematiksel Modelleme
- Matematiksel Modelleme Süreci
- Sosyal Sürdürülebilirlikle İlgili Temaları İçeren Matematiksel Modelleme Problemlerinin Çözümünün Yapılması
- Literatürde Var Olan Matematiksel Modelleme Problemlerinin Çözümünün Yapılması

- Matematiksel Modelleme Problemi Oluşturma ve Modelleme Sürecine Uygun Olarak Çözme
- Teknoloji ile Matematiksel Modellemeyi İlişkilendirme
- Teknoloji Destekli Ortamda Matematiksel Modelleme Problemlerine Çözüm Üretme
- Etkinlik ve Etkinlik Tasarım Süreci, Model Oluşturma Etkinlikleri, Prensipleri
- Model Oluşturma Etkinliği Tasarım Süreci, Model Oluşturma Etkinliği Tasarlama

şeklinde yer almaktadır (Farklı haftalarda ki aynı konular tekrar yazılmamıştır.).

Ondokuz Mayıs Üniversitesi (2023) web sayfasında haftalık konular;

- Gerçek Dünya, Matematik Dünyası ve Soyutlamanın Rolü.
- Model, ve Modelleme Nedir?
- Matematiksel Modelleme Ve Gelişimi
- Model Oluşturma Etkinlikleri (MOE) Nelerdir?
- Model Oluşturma Etkinlikleri (MOE) ve Problem Çözme Arasındaki İlişki
- Öğrenmede Modellemenin Rolü?
- Öğretmen Eğitiminde Matematiksel Modelleme?
- Modelleme Süreçleri
- Modellemenin Altı Prensipleri
- Örnek Model Oluşturma Etkinlikleri
- Modelleme Ve Değerlendirme
- Büyük Ayak Problemi
- Voleybol Problemi

şeklinde yer almaktadır. (Farklı haftalarda ki aynı konular tekrar yazılmamıştır.).

Sakarya Üniversitesi (2023) web sayfasında haftalık konular;

- Dersin Tanıtımı, İzlenimin İncelenmesi, Model ve Matematik Eğitiminde Model Kullanımı
- Model ve Modelleme Arasındaki İlişki, Matematiksel Modelleme (Örnek Modeller)
- Matematiksel Modelleme Süreci ve Literatürde Yer Alan Farklı Modelleme Süreçlerinin İncelenmesi
- Matematiksel Modellemenin Matematik Öğretiminde Yeri ve Önemi
- Farklı Modelleme Perspektifleri (Farklı Perspektiflere Göre Örnek Etkinlikler)
- Matematiksel Modelleme Yeterlikleri
- Matematiksel Modelleme Süreci ve Modelleme Yeterlikleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi
- Modelleme Etkinliklerinin Öğretimde Kullanımı (Örnek Etkinlikler)
- Farklı Modelleme Perspektiflerine Göre Modelleme Etkinliklerinin Özellikleri
- Modelleme Etkinliklerinin Sınıf Ortamında Uygulanma Süreci
- Örnek Etkinlikler Tasarım Süreci
- Mikro-Öğretim Uygulamaları

şeklinde yer almaktadır (Farklı haftalarda ki aynı konular tekrar yazılmamıştır.).

Sinop Üniversitesi (2023) web sayfasında haftalık konular;

- Dersin Tanıtımı, İzlenimin İncelenmesi, Model ve Matematik Eğitiminde Model Kullanımı
- Model ve Modelleme Arasındaki İlişki
- Matematiksel Modelleme Süreci ve Literatürde Yer Alan Farklı Modelleme Süreçlerinin İncelenmesi
- Farklı Modelleme Perspektifleri
- Matematiksel Modelleme Yeterlikleri
- Matematiksel Modellemenin Matematik Öğretiminde Yeri ve Önemi
- Matematiksel Modelleme Süreci ve Modelleme Yeterlikleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi
- Modelleme Etkinliklerinin Öğretimde Kullanımı
- Farklı Modelleme Perspektiflerine Göre Modelleme Etkinliklerinin Özellikleri
- Sınıf Ortamında Modelleme Etkinlikleri
- Modelleme Etkinliklerinin Sınıf Ortamında Uygulanma Süreci
- Örnek Etkinlikler Tasarım Süreci

şeklinde yer almaktadır (Farklı haftalarda ki aynı konular tekrar yazılmamıştır.).

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi (2023) web sayfasında haftalık konular;

- Ders Tanıtım
- Matematiksel Modelleme ve Problem Çözme
- Matematik Öğretiminde Modelleme Süreci
- Modelleme Döngülerini Tanıma
- Öğretim Programında Matematiksel Modellemenin Yeri
- Modelleme Etkinliklerinin Uygulanması-1
- Modelleme Etkinliklerinin Uygulanması-2
- Öğrencilerin Matematiksel Düşünme Süreçlerinin İzlenmesi
- Modelleme Etkinlikleri Uygulamasında Öğretmenin Rolü
- Matematiksel Modelleme Etkinlikleri Hazırlama
- Öğrenci Sunumları

şeklinde yer almaktadır (Farklı haftalarda ki aynı konular tekrar yazılmamıştır.).

Trabzon Üniversitesi (2023) web sayfasında haftalık konular;

- Ders İçeriğinin Sunumu.
- Matematiksel Model ve Modelleme Kavramları ile Bu Kavramlara İlişkin Örnek Durumlar.
- Matematiksel Modelleme Perspektifleri.
- Matematiksel Modelleme Süreçleri ve Literatürde Yer Alan Farklı Modelleme Süreçlerinin İncelenmesi
- Matematiksel Modellemenin Matematik Müfredatlarındaki Yeri ve Önemi.
- Öğretim Programındaki Çeşitli Kazanımlarla İlişkili Modelleme Etkinlikleri Gerektiren Problem Durumlarının İncelenmesi.
- Gerçek Yaşam Problemlerinin Çözümünde Matematiksel Modeller Oluşturulması, Bu
- Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin Hazırlanması ve Hazırlanan Etkinliklerin Müfredattaki Karşılıkları.

şeklinde yer almaktadır (Farklı haftalarda ki aynı konular tekrar yazılmamıştır.).

Uşak Üniversitesi (2023) web sayfasında haftalık konular;

- Matematiksel Modelleme ve Problem Çözme
- Matematik Öğretiminde Modeller ve Modelleme Süreci; Modelleme Döngüsü (Problemi Tanımlama, Manipülasyon, Tahmin Ve Doğrulama)
- Model Geliştirme Basamakları
- Model Geliştirme Prensipleri
- Modelleme Etkinliklerinin Matematik Sınıflarında Uygulanması ve Öğretmenin Rolü
- Matematiksel Modelleme Etkinlikleri Hazırlama ve Öğrencilerin Matematiksel Düşünme Süreçlerinin İzlenmesi
- Matematiksel Modelleme Etkinliğinin Çözümü

şeklinde yer almaktadır (Farklı haftalarda ki aynı konular tekrar yazılmamıştır.).

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi (2023) web sayfasında haftalık konular;

- Tanışma, Dersin Amacı, Kapsamı ve Süreci Hakkında Bilgilendirme Müfredatlarda Matematiksel Modelleme Tanışma, Dersin Amacı, Kapsamı ve Süreci Hakkında Bilgilendirme Müfredatlarda Matematiksel Modelleme Tanışma, Dersin Amacı, Kapsamı ve Süreci Hakkında Bilgilendirme
- Matematiksel Modelleme İle İlgili Temel Kavramların Tartışılması
- Model - Matematiksel Model – Matematiksel Modelleme; Örnek Modelleme Etkinliği-1 (Düşünce Raporu-1)
- Matematiksel Modelleme – Uygulama Problemleri – Problem Çözme
- Matematiksel Modelleme – Uygulama Problemleri – Problem Çözme; Örnek Modelleme Etkinliği-2 (Düşünme Raporu-2)
- Matematiksel Modelleme Problem Türleri Ve Özellikleri
- Matematiksel Modelleme Süreci, Döngüsü, Önemi ve Farklı Gösterimler; Örnek Modelleme Etkinliği-3 (Düşünme Raporu-3)
- Matematiksel Modelleme Süreci, Döngüsü, Önemi ve Farklı Gösterimler
- Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin Sınıf Uygulamaları Sürecinde Öğretmenin Rolü ve Sahip Olması Gereken Donanımlar; Örnek Modelleme Etkinliği-4 (Düşünme Raporu-4)
- Matematiksel Modelleme Becerileri,
- Matematiksel Modelleme ve Ölçme-Değerlendirmesi
- Dönem Sonu Proje Sunumları

şeklinde yer almaktadır (Farklı haftalarda ki aynı konular tekrar yazılmamıştır.).

Yıldız Teknik Üniversitesi (2023) web sayfasında haftalık konular;

- Dersin Tanıtımı, İzlenimin İncelenmesi, Model ve Matematik Eğitiminde Model Kullanımı
- Model ve Modelleme Arasındaki İlişki, Matematiksel Modelleme
- Matematiksel Modelleme Süreci ve Literatürde Yer Alan Farklı Modelleme Süreçlerinin İncelenmesi
- Matematiksel Modellemenin Matematik Öğretiminde Yeri Ve Önemi
- Farklı Modelleme Perspektifleri (Farklı Perspektiflere Göre Örnek Etkinlikler)
- Matematiksel Modelleme Yeterlikleri

- Matematiksel Modelleme Süreci ve Modelleme Yeterlikleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi
- Modelleme Etkinliklerinin Öğretimde Kullanımı (Örnek Etkinlikler)
- Farklı Modelleme Perspektiflerine Göre Modelleme Etkinliklerinin Özellikleri
- Modelleme Etkinliklerinin Sınıf Ortamında Uygulanma Süreci
- Örnek Etkinlikler Tasarım Süreci
- Mikro-Öğretim Uygulamalar

şeklinde yer almaktadır (Farklı haftalarda ki aynı konular tekrar yazılmamıştır.).

Genel olarak bir değerlendirme yapıldığında İnönü Üniversitesi (2023), Giresun Üniversitesi (2023), Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi (2023), Çukurova Üniversitesi (2023) ve Dokuz Eylül Üniversitesi (2023) haftalık konuları YÖK'ün İlköğretim Matematik Lisans Programında yer alan içerikle örtüştüğü görülmektedir. İnönü Üniversitesi (2023) ve Hacettepe Üniversitesi (2023) ve Marmara Üniversitesi (2023) dersleri matematiksel modelleme etkinlikleri ve problemleri üzerinden anlatmayı tercih etmişlerdir. Bartın Üniversitesi (2023), Balıkesir Üniversitesi (2023) ve Muş Alparslan Üniversitesi (2023) diğer üniversitelerden farklı olarak matematiksel modelleme sürecine uygun teknoloji entegrasyonundan bahsedilmiştir. Sakarya Üniversitesi (2023) ve Yıldız Teknik Üniversitesi (2023) haftalık konularda YÖK'ün içeriğiyle benzer konuları vermiş, dersin son haftasında mikro öğretim uygulamalarına yer vermişlerdir. Kütahya Dumlupınar Üniversitesi'nin (2023) haftalık konu başlıkları başka bir dersin haftalık konu başlıkları olduğu anlaşılmıştır.

Üniversitelerin matematik öğretmenliği lisans programlarında yer alan matematiksel modelleme derslerinin haftalık konu içeriklerinin analizi, bu derslerin genellikle dört temel aşamada yapılandırıldığını göstermektedir: (1) temel kavramların tanıtılması, (2) modelleme süreçlerinin öğretilmesi, (3) uygulama örnekleri ve (4) öğretimsel uygulamalar. İncelenen üniversitelerin büyük çoğunluğunda (%78) ilk haftalar matematiksel modellemenin tanımı, önemi ve temel kavramlarına ayrılırken, sonraki haftalarda modelleme döngüsü (f:42) ve model geliştirme basamakları (f:39) gibi süreç becerilerine odaklanılmaktadır.

Ders içeriklerinde en dikkat çekici farklılık, uygulama örneklerinin niteliğinde görülmektedir. Örneğin, Balıkesir Üniversitesi (2023) ve Dicle Üniversitesi (2023) gibi kurumlar saman balyası, deniz feneri gibi klasik modelleme problemlerini kullanırken, Hacettepe Üniversitesi (2023) doğrusal, trigonometrik ve matris modelleri gibi konu temelli örnekleri tercih etmektedir. Öğretimsel uygulamalar boyutunda ise iki temel yaklaşım öne çıkmaktadır: Mikro öğretim uygulamaları ve öğrenci merkezli etkinlik tasarımı. Ancak, modellemenin epistemolojik temelleri veya disiplinlerarası bağlantıları gibi derinlemesine konular yalnızca sınırlı sayıda programda yer almaktadır.

Matematiksel Modelleme Dersinin Üniversite Web Sayfalarında Bulunan İçeriklere Göre Öğretme Öğrenme Süreci Boyutunun Bulguları

Öğretme-öğrenme sürecinde kullanılan yöntem ve teknikler üniversite web sayfalarındaki bilgilerden çıkarılmış ve frekanslarına göre sınıflandırılmıştır. Bu kapsamda elde edilen bulgular Tablo 13’te sunulmuştur.

Tablo 13. Öğretme-Öğrenme Boyutunda Üniversite Web Sayfalarında Yer Alan Bulgular

Öğretme-öğrenme sürecinde kullanılan yöntem teknik	f
Grup çalışması	10
Tartışma	8
Anlatım	8
Gösterip yaptırma	6
Problem çözme	6
Soru-cevap	5
Beyin fırtınası	5
Gözlem	4
Alıştırma ve uygulama	3
Bireysel çalışma	3
Proje temelli öğrenme	3
Örnek olay	3
Aktif öğrenme teknikleri	2
Bilgisayar ve çeşitli teknolojilerin kullanılması	1
Deney	1
Benzetim	1

Üniversite web sayfalarında yer alan bilgilere göre, öğretme-öğrenme boyutunda en sık kullanılan öğrenme yöntem ve teknikleri arasında grup çalışması (f:10), tartışma (f:8), anlatım (f:8), gösterip yaptırma (f:6), soru-cevap (f:6), beyin fırtınası (f:5) ile alıştırma ve uygulama (f:5) yer almaktadır. Bu veriler, Matematiksel Modelleme derslerinde özellikle grup çalışması, tartışma ve anlatım gibi öğrenciyi sürece aktif şekilde dahil eden öğretim yöntemlerinin öncelikli olarak tercih edildiğini göstermektedir. Ancak içeriklerde teknoloji destekli öğretim yaklaşımlarına ya da deneysel yöntemlere sınırlı düzeyde yer verildiği dikkat çekmektedir.

Üniversite web sayılarında bulunan matematiksel modelleme dersi içeriklerinde öğretme öğrenme süreci boyutu ile ilgili bilgiler farklılıklar göstermektedir. En fazla öğretim yöntem teknik çeşitliliğine sahip üniversitelerin Anadolu Üniversitesi, Kocaeli Üniversitesi ve Sakarya Üniversitesi olduğu görülmektedir. Anadolu Üniversitesi (2023), Kocaeli Üniversitesi (2023), Sakarya Üniversite (2023) “soru-cevap, tartışma, alıştırma ve uygulama,

gösterip yaptırma, grup çalışması, beyin fırtınası, bireysel çalışma, problem çözme, anlatım, proje temelli öğrenme, gözlem” yöntem ve tekniklerine yer verilmiştir. Sonrasında çeşitlilik bakımından Dokuz Eylül Üniversitesi (2023) ve Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi (2023) “düz anlatım, tartışma, beyin fırtınası, soru-cevap, problem çözme, aktif öğrenme teknikleri, grup çalışması, kaynak tarama, beceri geliştirme” yöntem ve tekniklerini belirtmişlerdir. Çanakkale 18 Mart Üniversitesi (2023), Çukurova Üniversitesi (2023) ve Manisa Celal Bayar Üniversitesi (2023) “anlatım, tartışma, gösteri, grup çalışması, problem çözme, örnek olay” yöntem teknikleri ile Sakarya Üniversitesinden sonra gelmektedir. Bartın Üniversitesi (2023) “anlatım ve uygulama” yöntemlerini kullanmıştır.

Giresun Üniversitesi (2023) ve Marmara Üniversitesi (2023) grup çalışmalarını kullanacaklarını belirtmişlerdir. Giresun Üniversitesi ayrıca soru cevap ve anlatım yöntemlerini de kullanacağını belirtmiştir. Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi (2023) öğretim yöntem ve stratejilerini “Model, Modelleme, Matematiksel Model, Matematiksel Modelleme, Modelleme Süreci, Matematiksel Modelleme Etkinlikleri” kullanacağını belirtmiştir. Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi (2023) ise öğretim yöntem ve teknikleri başlığını “Yaşam problemleri için matematiksel modeller üretmek” şeklinde belirtmiştir.

Hacettepe Üniversitesi (2023) öğretim yöntem ve teknikleri başlığına “Denklemler ve eşitsizliklerin günlük hayatta uygulamaları Fiziksel dünyamızda doğrusal ilişkilere dair örnekler ve ilgili problemlerin çözümleri 3. polinom ve fonksiyonların günlük hayatta uygulamaları Trigonometrik ve üstel fonksiyonların günlük hayatta uygulamaları Olasılık ve istatistik kavramlarının günlük hayatta uygulamaları” yazılmıştır. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi (2023) “Modelleme kavramı ile bunun fen ve matematik eğitimine nasıl entegre edileceğine yer verilmektedir.” şeklindeki açıklamasıyla ders içeriğine benzer ifadeler kullanmıştır.

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi (2023) ders içeriklerindeki karışıklığın öğretme öğrenme sürecinde de devam ettiği anlaşılmaktadır. Web sayfasında ilgili kısımda yer alan ifadeler şöyledir: “Matematiğin ontolojisi ve epistemolojisi, Sayılar, kümeler, fonksiyonlar vb. matematiksel kavramlar ile önerme ve matematiksel ifadelerin anlamları. Matematiğin temelleri, yöntemleri ve matematiğin doğasına ilişkin felsefi problemler. Matematikte nesnellik ve gerçek dünyaya uygulanabilirlik. Frege, Russel, Hilbert, Brouwer, ve Gödel gibi matematik felsefesi öncülerinin çalışmaları. Matematik felsefesinde temel kuramlar: Mantıkçılık (Logicism), Biçimcilik (Formalism) , Yapısalcılık (Structuralism) ve Sezgicilik (Intuitionism).”

Muş Alparslan Üniversitesi (2023) web sayfasında öğretim yöntem ve teknikleri kısmında yer alan ifadeler şöyledir:

Matematiksel modelleme süreci ve özellikleri. gerçek hayattan olayların çeşitli gösterim kullanılarak modellenmesi ve analiz edilmesi, matematiğin gerçek hayat problemlerinin çözümünde kullanılmasıyla ilgili stratejilerin ve tekniklerin geliştirilmesi, olayların matematiksel modellemelerinde gözlem, deney, benzetim, bilgisayar ve çeşitli teknolojilerin kullanılması, matematiksel kavramların, ilişkilerin, teoremlerin fiziksel nesneler, resim, şekil, bilgisayar, hesap makinesi vb. araçlar kullanılarak modellenmesi, bu modellerin öğrencinin düzeyine uyarlanması

bu ifadeden ders öğrenme öğretmen sürecinde deney, benzetim ve bilgisayar teknolojilerinin kullanmasına yer verileceği anlaşılmaktadır.

Matematiksel Modelleme Dersinin Üniversite Web Sayfalarında Bulunan İçeriklere Göre Değerlendirme Boyutunun Bulguları

Ders kataloglarında yer alan değerlendirme ölçütleri analiz edilmiş ve yüzdelik oranlara göre sınıflandırılmıştır. Değerlendirme yöntemlerine ilişkin elde edilen bulgular Tablo 14'te tabloda gösterilmektedir.

Tablo 14. Değerlendirme Boyutunda Üniversite Web Sayfalarında Yer Alan Bulgular

Değerlendirme ölçütleri ve yüzdelik oranları	f
Ara sınav %40 final sınavı %60	32
Ara sınav %50 final sınavı %50	3
Ara sınav %30, ödev %20 ve final sınavı %50	2
Ara sınav %20, ödev %20 ve final sınavı %60	2
Ara sınav %30, ödev, projeler, uygulama, pratik, quiz%10, final sınavı %60	1
Ara sınav %30, ödevler %30, final sınavı %40	1
Derse katılım %10, düşünce raporu %30, ödev1 %30 ve ödev2 %30	1
Ödev %50 ve final sınavı %50	1
Uygulama %20, projeler %20, ödevler %20 ve final sınavı %40	1
Birinci ara sınav %20, ikinci ara sınav %20, final sınavı %60	1

Üniversite web sayfalarında yer alan bilgiler doğrultusunda, değerlendirme boyutunda ağırlıklı olarak kullanılan ölçme kriterleri ve bu kriterlere verilen yüzdelik oranlar açıkça belirtilmiştir. En sık tercih edilen değerlendirme yöntemi, ara sınavın %40 ve final sınavının %60 oranında etkili olduğu modeldir (f:32). Bunu sırasıyla ara sınav %50 ve final sınavı %50 (f:3), ara sınav %30, ödev %20 ve final sınavı %50 (f:2) ile ara sınav %20, ödev %20 ve final sınavı %60 (f:2) şeklindeki değerlendirme biçimleri izlemektedir. Bu veriler, çoğu üniversitenin değerlendirme sürecini büyük ölçüde ara sınav ve final sınavına dayandığını ortaya koymaktadır. Öte yandan, proje, ödev ya da uygulama gibi alternatif değerlendirme yöntemlerine çok sınırlı sayıda programda yer verildiği gözlemlenmiştir. Bu

durum, değerlendirme çeşitliliğinin üniversitelerin ders kataloglarında yeterince yansıtılmadığını ve ölçme-değerlendirme boyutunda tekdüzeliğin hâkim olduğunu göstermektedir.

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi (2023), Akdeniz Üniversitesi (2023), Aksaray Üniversitesi (2023), Atatürk Üniversitesi (2023), Balıkesir Üniversitesi (2023), Bartın Üniversitesi (2023), Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi (2023), Çanakkale 18 Mart Üniversitesi (2023), Çukurova Üniversitesi (2023), Dokuz Eylül Üniversitesi (2023), Erciyes Üniversitesi (2023), Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi (2023), Gaziantep Üniversitesi (2023), Hakkâri Üniversitesi (2023), Harran Üniversitesi (2023), Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi (2023), İnönü Üniversitesi (2023), Kırıkkale Üniversitesi (2023), Kilis 7 Aralık Üniversitesi (2023), Kütahya Dumlupınar Üniversitesi (2023), Muş Alparslan Üniversitesi (2023), Necmettin Erbakan Üniversitesi (2023), Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi (2023), Ondokuz Mayıs Üniversitesi (2023), Süleyman Demirel Üniversitesi (2023), Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi (2023), Uşak Üniversitesi (2023) ve Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nde (2023) ara sınav ağırlığının %40, final sınavı ağırlığının ise %60 olduğu belirtilmektedir.

Gazi Üniversitesi (2023) web sayfasında ara sınavın ağırlığı %30 belirtilmiş, %10 ağırlığı ödev, projeler, uygulama, pratik, kısa sınav aldığı, final sınavının ise %60 olduğu değerlendirme kısmında belirtilmiştir. Giresun Üniversitesi (2023) final sınavının ağırlığını %40 da tutmuş, ara sınav ve ödevlere %30'ar ağırlıklar vermiştir. Hacettepe Üniversitesi (2023) matematiksel modelleme dersi değerlendirme kriteri olarak %30 ara sınav, %20 ödev ve %50 final sınavı olarak belirlemiştir. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi (2023) değerlendirme kriteri olarak %20 ara sınav, %20 ödev ve %60 final sınavı olarak belirlemiştir. Ara sınavla birlikte değerlendirme için ödev verilen bu üniversitelerde değerlendirme ağırlığı hep farklılık göstermektedir. Ödevin ağırlığı %10 ile %30 arasında değişmektedir.

Marmara Üniversitesi (2023) matematiksel modelleme dersi değerlendirme sürecinde sınav yapmayan tek üniversite olarak karşımıza çıkmaktadır. Değerlendirme kriterleri ve ağırlıkları; derse katılım (%10), düşünce raporu (%30), ödev1 (%30) ve ödev2 (%30) şeklinde verilmiştir. Sakarya Üniversitesi ve Yıldız Teknik Üniversitesi ise final sınavı yapıp ara sınav yapmamaktadırlar. Final sınavı ağırlıkları Sakarya Üniversitesi'nde %50 iken Yıldız Teknik Üniversitesi'nde %40'dır. Sakarya Üniversitesi (2023) değerlendirme süreci ödev için %50 belirlerken, Yıldız Teknik Üniversitesi (2023) uygulama %20, ödev %20, projeler %20 şeklinde değerlendirme yapmaktadır.

Matematiksel Modelleme Dersinin Öğretim Programlarına Yönelik Olarak Öğretim Elemanlarının Görüşlerine İlişkin Bulgular

Öğretim elemanlarının matematiksel modelleme dersine ilişkin öğretim programlarına yönelik görüşleri analiz edilmiştir. Bulgular, hedef, içerik, öğrenme-öğretme yaşantıları ve ölçme-değerlendirme olmak üzere dört ana boyutta toplanmıştır. Veriler, betimsel analiz yöntemiyle çözümlenmiş ve temalar oluşturulmuştur. Her boyut için elde edilen veriler tablolar halinde sunulmuş, ardından açıklamalar ve katılımcı görüşlerine yer verilmiştir.

Tablo 15. Öğretim Elemanlarının Matematiksel Modelleme Dersi Öğretim Programlarının Hedef Boyutuna İlişkin Görüşlerine Ait Bulgular

Bilişsel hedefler	Duyuşsal hedefler	Psikomotor hedefler
• Modelleme dersi temel kavramları olan model, modelleme, matematiksel model ve matematiksel modelleme kavramlarının öğretilmesi ve içselleştirilmesidir. • Matematiksel modelleme etkinliği oluşturabilme yeterliğine sahip olmayı • Karşılaşılan bir matematiksel modelleme etkinliğinin çözebilme • Yeterli konu alan bilgisine sahip olma • Hipotez kurabilme, varsayımda bulunabilme ve günlük yaşamdaki durumu matematik dünyasına aktarabilme yeterliğinin sahip olmasının • Üst düzey problem çözme yeterliğine sahip olma • Problemi çözdükten sonra günlük yaşamda uygulayabilme ve yorumlayabilme becerisine sahip olma • Çözümü başka bir problem için genelleyeabilme becerisine sahip olması	• Modellemenin doğasına inanma • Gerçek hayat problemleri ile matematiğe karşı önyargının son bulması • Sabırlı ve istekli olma	• Modelleme etkinlikleri için materyal hazırlayabilme • Gerekli araç gereçleri kullanabilme • Grup çalışmalarını yönetebilme • Sınıf yönetimini doğru uygulayabilme • Gerekli teknolojik araçları kullanabilme

Öğretim elemanları ile yapılan mülakatın ilk sorusu “Matematiksel modelleme dersinde kazandırılacak bilişsel, duyuşsal, psikomotor hedef davranışlar nelerdir? (görev yapacak olan bir öğretmen hangi mesleki bilgi ve becerilere-yeterliklere sahip olmalı?)” şeklindedir. Öğretim elemanlarının verdiği cevaplar incelendiğinde; matematiksel modelleme dersinde kazandırılacak hedef davranışları bilişsel, duyuşsal ve psikomotor davranış olarak üç ayrı grup şeklinde cevaplandığı görülmektedir. Kazandırılması hedeflenen bilişsel davranışlar için H1 üç temel hedef belirlediği görülmektedir. Bunların ilki modelleme dersi temel kavramları olan model, modelleme, matematiksel model ve matematiksel modelleme kavramlarının öğretilmesi ve içselleştirilmesidir. H1 “*Matematiksel modellemede temel kavramlar var. Aslında dörtten fazla ama model, modelleme, matematiksel model ve matematiksel modelleme kavramlarını bir kere içselleştirmiş olmaları lazım. Yaptığımız çalışmalarda şunu görüyoruz. Ya bu kavramları yanlış kullanıyorlar ya da birbiri yerine kullanıyorlar. O yüzden ilk hedefimiz öğrencilerimize lisans eğitimi,*

öğrencilerine matematiksel modelleme nedir, ne değildir onu öğretmek” şeklinde ifade etmiştir. H1 ikinci olarak matematiksel modelleme etkinliği oluşturabilme yeterliğine sahip olmayı hedef davranışı olarak görmektedir. H1 bu durumu “*Bir de gerektiğinde bir matematiksel modelleme etkinliği oluşturabilecek yeterliğe ulaşmaları lazım. Bunun içinde biz derslerimizde bunu dikkate alarak dersimizi planlıyoruz.*” şeklinde ifade etmiştir. H1 son hedef davranışını karşılaşılan bir matematiksel modelleme etkinliğin çözebilme olarak belirlemiştir. H1 bu durumu “*...bir matematiksel modelleme etkinliği oluşturdunuz, ihtiyacınız var kavramları da biliyorsunuz ama karşılaştığınız bir matematiksel modelleme etkinliğini çözebiliyor musunuz?*” şeklinde ifade etmiştir.

Bilişsel hedef davranışı için H1 ile benzer hedefler öngören H4 bu durumu şöyle açıklamıştır: “*...bir kere matematiksel modelleme bilgisine neyin ne olduğunun, matematiksel model nedir, modelleme nedir, bunun perspektifleri nelerdir gibi döngüler nasıl işler gibi matematiksel modellemenin teorik bilgisine sahip olmaları gerektiğini düşünüyorum. Ardından da bu beceriye sahip olmaları, yani teorik bilgiyi biliyor olmaları onların bu yeteneğe sahip olduklarını göstermiyor. O yüzden öncelikle öğretmenlerin matematiksel modelleme becerilerine de sahip olması gerekiyor. O döngü de sıraladığımız matematik içselleştirme becerisi, işte basitleştirme becerisi gibi bizzat bu becerilere sahip olmaları gerekiyor ki öğrencilerine de benzer şekilde şey yapabilsinler, yardımcı olabilsinler. Ayrıca bunlar öğretmenlerin sahip olması gereken bir de uygulamaya dönük, sahip olması gereken beceriler var. Mesela bir problemi nasıl seçecek? Bu modelleme problemi olduğunu nereden bilecek? Kendi öğrencilerine uygularken onların yaşlarına ve ilgi alanlarına uygun olduğunu nereden bilecek? Bu bilgiye de ayrıca sahip olması lazım. Öğrencileri ölçme ve değerlendirme açısından bilgiye sahip olması lazım. Nasıl ölçecek ve bunları nasıl değerlendirecek ki? Bizim normal hani matematik konularından matematiksel modelleme farklılaşıyor. Her öğrenci farklı farklı cevaplar verebiliyor ve hepsine ayrı bir değerlendirme, puanlama anahtarı gibi bir şey hazırlamak gerekiyor.*” şeklinde cevap vermiştir.

Bilişsel hedef davranışı için H2 öğrencilerin yeterli konu alan bilgisine sahip olması gerektiğine vurgu yaparak soruyu “*matematiksel modelleme gerçek hayat ile matematik arasında bir bağlantı kurma anlamına geliyorsa alan bilgisine sahip olması gerekiyor. Bilişsel olarak biz her ne kadar matematik öğretmenleri yetiştirirsek de bazen gerçekten kağıt üzerinde dersi geçiyorlar. Ama sonrasında bunun işte günlük hayatta ne işime yarar ya da bu kavramları ben biraz daha inceliyorum gibi bir şey olmuyor maalesef. Yani konu alan bilgisinin gerçekten yeterli düzeyde olması gerekiyor.*” şeklinde cevaplamıştır. H3 hedef bilişsel hedef davranışlarını belirlerken öğretmen adaylarının hipotez kurabilme, varsayımda bulunabilme ve günlük

yaşamdaki durumu matematik dünyasına aktarabilme yeterliğinin sahip olmasının gerekliliğini vurgulayarak soruyu “...matematiksel modellemede öğretmen adayı bir kere hipotez kurabilme, varsayımda bulunabilme ya da o günlük yaşamdaki durumu matematik dünyasına aktarabilme yeterliğinin olabilmesi gerekiyor. Bazen bu problemleri sorduğumuz zaman öğretmenler ya da öğretmen adayları şunu bile farkında olmayabiliyor. Hani ya burada acaba bir matematik kavramı var mı? Hangi matematik kavramı var burada? Yani burada değişkenler ne ya? Yani nasıl belirleyeceğim ben bunu? Nasıl matematik değiştireceğim? Yani o günlük yaşamı matematiksel modellere dökme konusunda bir yeterliğe sahip olabilmeli. Dediğimiz gibi varsayımda bulunabilmeli. Çünkü günlük yaşam problemini sizin matematiksel modele de geçebilmeniz için bir kere oradaki tüm değişkenleri dikkate alma gibi bir durumunuz söz konusu değil. Yani günlük hayattaki her değişkeni siz dikkate alabilir misiniz ya da tespit edebilir misiniz? Yani? Hayır edemeyiz onların bazılarını.” Şeklinde cevaplamıştır. Ayrıca H3 matematiksel modellemenin bir problem çözme etkinliği olduğuna vurgu yaparak öğretmen adaylarının üst düzey problem çözme yeterliğine, problemi çözdükten sonra günlük yaşamda uygulayabilme ve yorumlayabilme becerisine ve bulunan çözümü başka bir problem için genelleylebilme becerisine sahip olması gerektiğini belirterek soruyu “...daha sonra matematiksel modelleme aynı zamanda bir problem çözme etkinliği. O yüzden bizim problem çözme yeterliğimizin olması lazım. Ama bu yeterliğin gerçekten bir anlamda üst düzeyde de olabilmesi gerekiyor. Yani ben matematiksel modellemeyi biraz diğer becerilerden, diğer alanlardan ayırıyorum. Çünkü dedim ya ders vermiş biri olarak kolay bir beceri değil bu. Kolay bir beceri değil hemen çözebilme becerisi. Daha sonra çözebildikten sonra acaba benim bu çözümüm yani günlük yaşamda ben bunu daha sonra nasıl yorumlayabilirim, uygulayabilirim. Bu yeterliğin olması gerekiyor. Acaba bu çözüm yöntemim benim başka problemler için geçerli olabilir mi? Yani bunun genelleylebilme becerisinin, yeterliğin olabilmesi gerekiyor. Hani o döngü dediğimiz o döngüyü bu anlamda sağlayabilmesi gerekiyor diye düşünüyorum” şeklinde cevaplamıştır.

Mülakatın ilk sorusunun duyuşsal hedef davranışlar için öğretim elemanlarının verdiği cevaplar incelendiğinde matematiksel modellemenin doğasına inanma, gerçek hayat problemleri ile matematiğe karşı önyargının son bulması, sabırlı ve istekli olma duyuşsal hedef davranışlarının belirtildiği görülmüştür. H3 “...duyuşsal anlamda ona inanan, matematiksel modellemede doğasına inanan, bunun yararlı olabileceğine inanması gerekiyor. Yani duyuşsal anlamda öğretmen ya da öğretmen adaylarında böyle bir yeterliğin olması gerekiyor diye düşünüyorum. Yani önce buna inanması gerekiyor. Tabii ki inanç noktası bu anlamda önemli.” şeklinde, H2 “...biraz buna istekli olması gerekiyor. Çünkü biraz sabır işi de bu. Yani sabırlı olması gerekiyor...” şeklinde, H4 “...bir kere matematiksel modelleme öğretimine kendini ikna etmesi lazım ve bunun değerli olduğunu, gerçek hayat problemlerini ancak matematiksel modelleme ile

çözebileceğini kendini ikna etmesi lazım ki öğrencilere aktara bilsin. Zaman kaybı olarak görmemesi lazım...” şeklinde, H1 “...matematik sıkıcı bir ders olarak gözükmekten çıksın. Gerçek hayatta öğrencilerin karşılarına çıkan gerçek hayat problemlerini çözebilen bireyler yetiştirme noktasında biz öğretmenlerimizi öğretmenlerimiz de öğrencilerini yetiştirsinsin...” şeklinde görüş bildirmiştir.

Psikomotor hedef davranışları için belirtilen hedefler ise modelleme etkinlikleri için materyal hazırlayabilme, gerekli araç gereçleri kullanabilme, grup çalışmalarını yönetebilme, sınıf yönetimini doğru uygulayabilme, gerekli teknolojik araçları kullanabilme gibi davranışlar olduğu görülmüştür. H1 “...bazı etkinliklerde bazen böyle materyal ürün oluşturuyoruz. Sonuçta bizim ürünlerimiz matematiksel modellerdir ama bazen somut ürünler de oluşturabiliriz...” şeklinde, H3 “psikomotor beceri derken mesela matematiksel modellemede herhangi bir araç kullanma ya da bir teknolojiyi belki bir entegre edebilme becerisi biraz benim aklıma geliyor. Matematikte psikomotor beceri derken belki işte cetvel, gönye, şu bu lazımsa bir ölçme biçme. O ara öyle bir şey gerekiyorsa bu beceri ya da bu yeterliğe sahip olması gerekiyor...” şeklinde, H2 “...biraz daha sınıf yönetimini, daha ya da grup çalışmalarını daha iyi organize edebilmeleri için belki psikomotor böyle beceriye sahip olmaları gerekiyor diye düşünüyorum...” şeklinde görüş bildirmiştir.

Öğretim elemanlarının içerik boyutuna yönelik görüşleri; içerik belirleme, dersin süresi ve zamanı ve kaynak durumu olmak üzere üç tema altında toplanmıştır.

Tablo 16. Öğretim Elemanlarının Matematiksel Modelleme Dersi Öğretim Programlarının İçerik Boyutuna Yönelik Görüşlerine İlişkin Bulgular

İçerik boyutu için görüşler	
İçerik belirleme	- İlk birkaç hafta teorik kısım verilip sonraki haftalarda örnek modelleme etkinliklerinin çözümü yapma - Hazırladığı içeriği aynı dersi veren başka hocaların içerikleriyle karşılaştırma
Dersin süresi ve ne zaman olacağı	- Bir dönem iki saat - İki saat teorik bir saat uygulama - Dört saat - Dersin son sınıfta olamaması
Kaynak durumu	- Modelleme etkinliklerinde hala yeterli kaynağın olmadığı - Sınıf düzeylerine ve öğretim programı öğrenme çıktılarına göre modelleme problemlerinin artırılması gerektiği

Öğretim elemanları ile yapılan mülakatın ikinci sorusu “Matematiksel modelle dersinin genel amaç ve öğrenme kazanımlarını nasıl belirliyorsunuz?” şeklindedir. Öğretim elemanlarının verdiği cevaplar incelendiğinde H4, YÖK’ün ders için belirlediği çerçeve programını kullandığını, H2 ise üniversitelerin Bologna süreci kapsamında paylaştığı genel amaç ve öğrenme çıktılarından ve alanında uzman hocaların paylaştığı içeriklerden yararlandığını belirtmişlerdir. H1 soruyu

“...öğrenme çıktıları noktasında biz bakıyoruz, matematiksel modellemenin doğasının baştan sona kadar en son entegrasyonu yani sınıflara uygulanması, karşılaşılan zorluklar, sıkıntılar, öneriler ve değerlendirme şeklinde bitiriyoruz. Yani böyle bir süreç oluyor...” şeklinde cevaplarırken, aynı soruyu H3 “...yani hedef ve öğrenme çıktıları belirlerken aslında diğer disiplinlerle ilgili temel becerilere haiz olması gerektiğini, iş birliği halinde olması gerektiğini düşünenlerdenim...” ve “...aynı zamanda bu hedef kazanımlarla yaklaşırsanız hem ihtiyaç hissedecek. Hani öğretmen ya da öğretmen adayı belki de okulunda var olan bir problemi çözecek. Yani okulunda işte bir şey tasarlanacak. Ne diyelim işte bir spor sahası tasarlanacak. Böyle bir sorunuz var okulda. Diyelim ki okulun bahçesi tasarlanacak mesela...” şeklinde cevaplamıştır.

Öğretim elemanları ile yapılan mülakatın üçüncü sorusu “Matematiksel modelleme dersine yönelik içerik nasıl düzenlenmelidir? Konu başlıkları hangi sırayla izlenmelidir?” şeklindedir. Öğretim elemanlarının verdiği cevaplar incelendiğinde genel olarak ilk birkaç hafta teorik kısım verilip sonraki haftalarda örnek modelleme etkinliklerinin çözümü yapıldığı görülmektedir. H2 bu süreci “...ilk olarak temel kavramlardan modelleme nedir ile başlıyorum aslında. Ondan sonra işte burada modelleme yeterlikleri, modelleme süreci nedir, modelleme sürecini verdikten sonra birkaç tane modelleme süreciyle ilgili uygulama yapıyorum. Yani direk böyle çok fazla teoriye boğmuyorum aslında. Farklı farklı kaynaklardan soru tiplerini getiriyorum çözüyorum...” şekilde açıklamıştır. H3 bu süreci “...ben şöyle yapıyordum çoğunlukla ilk iki hafta, model şudur, modelleme budur, şu yüzden önemlidir matematiksel modelleme şeklinde teorik kısmı verip her konuyla ilgili özellikle disiplinler arası modelleme problemi vermeye çalışıyordum. Tabi her seviyede ortaokul, ilkokul, lise...” şeklinde açıklamıştır. H1 ise hazırladığı içeriği aynı dersi veren başka hocaların içerikleriyle karşılaştırdığı belirterek süreci şöyle açıklamıştır: “...başta dediğim gibi matematiksel modelleme nedir, ne değildir den başlayıp programlardan modelleme ile diğer disiplinlerle ilişkisi değerlendirme şeklinde ifade ediyoruz. Ama bu içerik belirlenirken farklı üniversitelerde farklı şekilde belirleniyor. Bunu farklı hocalardan içerikleri alıp karşılaştırmak da gerekiyor. Acaba ben nerede nasıl yapıyorum, o nasıl yapmış karşılaştırmak lazım...”.

Öğretim elemanları ile yapılan mülakatın dördüncü sorusu “Matematiksel modelleme dersi haftada kaç saat olmalıdır? Sizce şu an programınızda yer alan ders saati süresinin yeterli olduğunu düşünüyor musunuz? Programda kaç dönem ne kadar süreyle yer almalıdır? Bu süreç tüm lisans eğitimine nasıl yayılmalıdır?” şeklindedir. Öğretim elemanlarının verdiği cevaplar incelendiğinde dersin tek dönem ve iki saat şeklinde verildiği anlaşılmıştır. Dersin dönem ve saati konusunda ise hocalardan ikisinin tek dönem iki saati yeterli bulduğu, bir hocaların uygulama için bir saat daha ilave edilerek ders saatinin üç saat olması gerektiğini düşündüğünü bir hocamızın ise

dersin en az dört saat olması gerektiğini düşündüğünü belirttiği görülmüştür. Ayrıca H2 dersin son sınıf son dönem verilmesinin doğru olmadığını daha önceki bir döneme kaydırılması gerektiğini şöyle açıklamıştır: “...bir de şöyle bir şey var. Dördüncü sınıfta olması çok kötü bir şey. Hadi birinci dönem olması biraz daha iyiydi ama ikinci dönem de dördüncü sınıf tamamen kopuyor, öğrenciler KPSS çalışıyorlar ve dersten yeterli verim alınamıyor maalesef.”

Öğretim elemanları ile yapılan mülakatın beşinci sorusu “Matematiksel modelleme dersi için kaynak sayısı yeterli midir?” şeklindedir. Öğretim elemanlarının verdiği cevaplar incelendiğinde önceki yıllarda kaynak sorunu olduğu ancak son birkaç senede Türkçe kaynakların yeterli olduğu genel görüş olarak belirtildiği görülmüştür. Ancak modelleme etkinliklerinde hala yeterli kaynağın olmadığı, sınıf düzeylerine ve öğretim programı çıktılarına göre modelleme problemlerinin artırılması gerektiği görüşü belirtilmiştir. H4 “Biz problem konusunda çok sıkıntı yaşıyoruz. Öğrencilerin bulmasında da sorun oluyor. Sadece tezlerde ve makalelerde var...” şeklinde ifade etmiştir. H1 ise kaynak Türkçe sayısının yeterli olmadığını birkaç kaynağa daha ihtiyaç duyulduğunu belirtmiştir. H1 “Şu anda kaynak sayımız az, artırılması gerekiyor veya bu noktada birkaç çeviri de var. Çeviriler bile artsa bizim için çok iyi olacak.” şeklinde cevap vermiştir.

Öğretim elemanları ile yapılan mülakatın altıncı sorusu “Matematiksel modelleme dersi için kaynak sayısı yeterli midir?” şeklindedir. Öğretim elemanlarının verdiği cevaplar incelendiğinde kullanılan teknolojik yazılımlar için Excel, geogebra, regresyon analizi söylenirken, araç gereç olarak ise hesap makinesi, artırılmış gerçeklik uygulamaları, sanal gerçeklik uygulamalarından bahsedildiği görülmüştür. H1 soruya “...çözdüğüm örnekler için söyleyeyim Excel'i kullandım, regresyon kullandım. Üstel fonksiyonu, hesap makineleri, logaritma fonksiyonu gibi fonksiyonlar kullandım. Ama yazılımlara niçin çok girmedim? ...Bizim etkinliklerimiz daha çok ortaokul seviyesinde ve lise seviyesinde olduğu için çok fazla yazılıma gerek kalmıyor. Ama teknoloji destekli matematiksel modelleme etkinlikleri çözülebiliyor ki tahmin yapma noktasında daha yakın cevabı veriyor ama belki kullanılabilir. Ben kullanmadım ama kullanan öğrencim var. Sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik.” şeklinde cevaplamıştır. H2 soruyu “...ben normalde kendimde gördüğüm en büyük eksiklik bu. Ben mesela Excel den öteye çok fazla gidemiyorum. Çünkü benim de bilgisayarla alakalı bir sıkıntım var. Daha doğrusu biliyorum ama ben bunu nasıl uygulayacağım çok bilmiyorum.” şeklinde cevaplandırmıştır. H3 soruyu “...son zamanlarda hani ben yapmadım ama mesela bu artırılmış gerçeklik uygulamalarını biraz böyle tez çalışmaları yapıldı, modelleme problemleriyle entegre edildi. İşte bunun için MS Excel kullanılabilir. Çünkü bir sürü veriyi giriyorsun, orada işte regresyon, orada bir istatistik yapmanız lazım ki ne diyelim bir yorumlama yapabilirsiniz, günlük hayata onu

uyarlayabilirsiniz. Yani bu anlamda tüm teknolojiler ya da tüm teknolojik araçlar kullanılabilir.” şeklinde cevaplamıştır. H4 soruyu “Ben öğrencilere hangi araç gereçleri kullanmaları gerektiğini söylemiyorum. Onlar kendi bilgileri dahilinde kullanması gerekenleri kendileri seçiyorlar. Bazen veri setini girerek Excel kullanma ihtiyacı olan öğrencilerim var. Bunları kullanıyorlar ama ben derste özel olarak şu yazılımı kullanın diye söylemiyorum.” şeklinde cevaplamıştır.

Öğretim elemanlarının ölçme ve değerlendirme boyutuna ilişkin görüşleri, farklı değerlendirme araçlarının kullanımına odaklanmıştır.

Tablo 17. Öğretim Elemanlarının Matematiksel Modelleme Dersi Öğretim Programlarının Ölçme ve Değerlendirme Boyutuna Yönelik Görüşlerine İlişkin Bulgular

Ölçme ve değerlendirme boyutu için görüşler	
Ölçme değerlendirme araçları	• Ödev olarak matematiksel modelleme etkinlikleri hazırlatma ve çözümlerinin istenmesi • Ara sınav ve final sınavı • Portfolyo değerlendirmesi • Akran değerlendirme

Öğretim elemanları ile yapılan mülakatın yedinci sorusu “Matematiksel modelleme dersinde kullandığınız ölçme değerlendirme yöntemleri nelerdir? Bu ölçme-değerlendirme yöntemlerinin, belirlediğiniz genel amaç ve kazanımların kazanılıp kazanılmadığını belirlemede yeterli olduğunu düşünüyor musunuz? Niçin?” şeklindedir. Öğretim elemanlarının verdiği cevaplar incelendiğinde tüm öğretim elemanlarının öğretmen adaylarına ödev olarak matematiksel modelleme etkinlikleri hazırlattıkları ve çözümlerini istedikleri görülmüştür. Bunun yanı sıra H1 ve H3 hocaların açık uçlu sorulardan oluşan vize ve final sınavları yaptıkları ve modelleme etkinliklerini ödev olarak verdikleri anlaşılmıştır. H2 ve H4 hocaların ise vize ve final sınavı yapmadıkları H2’nin portfolyo değerlendirmesi yaptığı H4’ün ise akran değerlendirmesi yaptığı anlaşılmıştır. H2 soruya “*modelleme dersinde sınav yapmıyorum. Benim kriterim öğrencinin adımları uygulayarak görebilmesi. Portföy dosyaları oluyor onların haftalık. Yani bildiğiniz tez çalışması gibi. Ama ben bunların hepsini tek tek inceliyorum ve not veriyorum.*” şeklinde cevap vermiştir. H4 ise soruya “*...yani öğrencilerin her haftalık çözdükleri problemler var. Bir hafta çözüm yapıyorlar, ikinci hafta sunum yapıyorlar. O sunum esnasında zaten herkes itirazlarını belirtiyor ya da kabul ediyorlarsa beğendiklerini söylüyorlar. Böylece sınıfın tepkisine göre, akran değerlendirmeye göre bir değerlendirme yapıyorum. Bir taraftan da kendim o yaptıkları modellemeleri okurken bazı kriterleri dikkate alıp değerlendiriyorum.*” şeklinde cevap vermiştir.

Öğretim elemanları ile yapılan mülakatın son sorusunda ise hazırlanan öğretim programı taslağı için varsa farklı görüş ve öneriler sorulmuştur. H1 ortak bir matematiksel modelleme dersi öğretim programı ve ders kitabı olması gerekliliği vurgulayarak soruyu şöyle cevaplamıştır: “*...benim tavsiyem belli bir plan projenin olması lazım, uygun olması lazım. Bir analiz dersini düşünüyorsanız analiz bir dersini bakıyorsunuz belli başlık yüzde doksan, kurallar belli. O yöntemle her öğretmen öğretim üyesi o analiz bir kitabına veya genel matematik kitabına bağlı kalarak devam ediyor. Ama matematiksel modellemede ben diyorum ki matematiksel modelleme dersinin de böyle bir kitabı, kitapları var ama böyle bir programı olsun diyorum. Yani herkes ve bu programla birlikte öğretmen de o programı aldığı anda veya öğretim üyesi o programı aldığı anda ona bağlı kalırsa en azından belli bir yolda ilerleme noktasında avantajlı oluruz. Herkes kafasına*

göre bir yol izlemez. Bir bütünlük olur. Bütünlük olursa da istenilen hedeflere, o içeriklere ulaşma noktasında biraz daha işimiz kolay olur diye düşünüyorum.” H3 ise hazırlanan ders öğretim program tasarısının hem sınıf seviyeleri hem de öğrenme çıktılarına uygun olacak modelleme etkinlikleriyle desteklenmesini ve bunun yanında disiplinler arası modelleme etkinliklerinin oluşturularak tasarıya eklenmesini önermiştir. H3 “...günlük hayatla ilgili bir problem karşılaşırsam çocuklara öğretebilir, hem işte bunu üretebilir isem çocuklar daha iyi anlayacaklardır. Hani bizim hedefimiz ya da öğretim programı tasarımı ona uygun olmalı diye düşünüyorum. Bir de özellikle mesela ben şu yüzden dolayı onu ekleyeyim. Mesela fizik dersiyle ilgili modelleme etkinlikleri olsa fizikteki bir kuvveti öğrensin, ivmeyi öğrensin, elektrik devrelerini öğrensin ve ona ilişkin matematiksel modelleme problemi olsa çok faydalı olacaktır.” şeklinde cevap vermiştir.

Matematiksel Modelleme Dersinin Öğretim Programlarına Yönelik Olarak Öğretmenlerin Görüşlerine İlişkin Bulgular

Matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme dersinin öğretim programlarına yönelik görüşlerine ilişkin bulgular incelendiğinde kazanılan beceriler, içerik, öğrenme öğretme yaşantıları matematiksel modelleme etkinliklerini kendi derslerinde kullanma durumları olacak şekilde dört boyuttan oluştuğu görülmektedir. Aşağıda boyutlara göre bulgular verilmiştir:

Tablo 18. *Matematik Öğretmenlerinin Matematiksel Modelleme Dersi Öğretim Programlarına İlişkin Görüşlerine Ait Bulgular*

Kazanılan beceriler	İçerik	Öğrenme öğretme yaşantıları	Matematiksel modelleme etkinliklerini kendi derslerinde kullanma durumları
- Matematik dersinin mantığını anladım. - Gerçek yaşam problemlerinin çözümü hakkında becerim arttı. - Materyal kullanımının önemini kavradım. - Problemlere bakış açım değişti. - Eleştirel düşünme ve yaratıcı düşünme becerilerine katkı sağladı. - Etkinlik temelli problem kavramını öğrendim.	- İlk birkaç haftada teorik kısım verildi. - Modelleme etkinlikleri tasarlandı. - Tasarlanan modelleme etkinliği çözüldü.	- Grupla çalıştım. - Etkinlikleri drama şeklinde yaptım. - İş birlikli çalışmalar yaptım.	- Modelleme etkinliklerini revize ederek derste kullanıyorum. - Her konuya uygun modelleme etkinliği bulmada zorluk yaşıyorum. - Zaman konusunda sorun yaşıyorum. - Öğrencilerim modelleme etkinlikleriyle karşılaştıklarında başlangıçta yaşadıkları anlamlandırma sorunu yaşıyorlar.

Öğretmenler, matematiksel modelleme dersinin kendilerine matematiksel düşünme becerileri kazandırdığını belirtmişlerdir. Bununla birlikte içerikte teorik bilgilendirme ve uygulamalı etkinlik tasarımı süreçleri dikkat çekmiştir. Öğrenme yaşantılarında iş birliği ve

drama gibi aktif yöntemlerin kullanıldığı, ancak öğretmenlerin kendi sınıflarında modelleme uygulamalarında zaman ve materyal temelli bazı zorluklar yaşadığı belirtilmiştir. Öğretmenlerle yapılan mülakata verilen cevaplar aşağıda sunulmuştur:

Öğretmenlerle yapılan mülakatın ilk sorusu; “Bir matematik öğretmeni olarak üniversite eğitiminiz süresince matematiksel modelleme üzerine bir dersin verilmesi ile ilgili düşüncelerinizi açıklayınız. Matematiksel modelleme eğitiminin sizin bilgi ve becerinizi geliştirmeye katkısının olup olmadığını açıklayınız.” şeklindeydi. Öğretmenlerin cevapları incelendiğinde matematiksel modelleme üzerine bir dersi almak mülakata katılan tüm öğretmenler tarafından olumlu görülmektedir. Bu durumu öğretmenlerden T5, T7, T8 dersin alınmış olmasından dolayı memnun olduklarını özellikle belirtmişlerdir. Sorunun ikinci kısmı olan modelleme eğitiminin bilgi ve becerinize katkısı olup olmadığı sorusuna ise yine mülakata katılan tüm öğretmenlerin olumlu cevaplar verdiği görülmektedir. Öğretmenlerden T4 bu durumu “*matematiksel modelleme dersini aldıktan sonra fark ettim ki biz öğrencilere matematik dersini anlatırken tamamen klasik yöntemlerle anlatıyormuşuz, konunun açıklamasını anlatıp örneklerini çözüp geçiyoruz. Fakat mantığını çok fazla anlatamıyormuşuz. Modelleme dersini aldıktan sonra öğrencilere bu şekilde anlatmaya başladım ve çok daha kalıcı olduğunu gördüm.*” şeklinde açıklamıştır. Öğretmenlerden T1 ve T7 gerçek hayat problemlerine vurgu yaparak soruyu şöyle cevaplamışlardır, T1: “*Öğretmen olarak bir kere şu anda eğitim sistemi içerisinde beceri temelli sorularda öğrencilerin zorlandığını görüyorum. Bunda da gerçek hayat durumlarıyla öğrencinin matematiksel bilgiyi ilişkilendirmede zorlandığını fark ediyorum. Matematiksel modelleme de gerçek hayat durumuyla matematiksel bilgiyi ilişkilendirmeye katkı sağladığı için ve böyle bir süreci olduğu için modelleme sürecinin bu konuda faydalı olduğunu düşünüyorum.*” demiştir. T7 ise “*...aslında baktığımız zaman şu anki ders kitaplarına falan baktığım zaman aslında matematiksel modelleme artık bütün her şeyin içerisine aldıkları için bir noktada bakıyoruz ki anlattığımız tüm konuların içerisine ufak ufak matematiksel modelleme yerleştirilmiş veya gerçek hayat problemlerinden aldıkları için yine matematiksel modelleme içine serpiştirilmiş gibi. Bu yüzden çok gerekli görüyorum*” şeklinde cevaplamıştır.

Öğretmenlerden T5 aynı soruya “*Matematik öğretmenlerinin matematikteki konuların uygun kazanımlarını nerede kullanabileceğini, hangi materyallerle daha iyi anlatabileceği ve uygulamasını anlatan, onlara yol gösteren güzel bir derstir.*” şeklinde cevaplamıştır. Öğretmenlerden T3 ise “*Bir kere matematiksel problemlere bakış açım değişti. Çünkü standart problemlerde hep bilindik, rutin ve rutin olmayan bir ayrıma tabi tutuluyor ama hani bunu çok bu şekilde dayatmak çok doğru değil. Şimdi standart problem türlerimiz var, onlar*

üzerinden gidiyorduk. Matematiksel modelleme problemleri biraz daha geniş bir perspektiften bakmamızı sağladı. Kendi açımdan düşündüğümde bir de öğrencilere birazcık daha hareket alanı sağladı. Yani yaratıcılıklarını kullanabilecekleri, düşünme becerilerini kullanabilecekleri geniş bir uygulama alanı sağladığı için ben matematiksel modelleme seviyorum ve elbette ki bana katkısı olduğunu biliyorum. Bireysel olarak kendi açımdan da yine katkısı olduğunu söyleyebilirim.” şeklinde cevap vermiştir. T10 ise “matematiksel modelleme ile ilgili işte problemleri inceledikçe, işte problem çözmeye başladıkça, öğrencilere uygulamaya başladıkça çok faydalı olduğunu düşünüyorum açıkçası.” şeklinde cevap vermiştir.

Mülakatta ikinci soru, “Matematiksel modelleme problemlerini hakkında ne düşünüyorsunuz? Diğer problemlerden farkı, var mıdır, varsa nedir, nelerdir?” şeklindeydi. Öğretmenlerin verdiği cevaplar incelendiğinde hemen hemen tüm öğretmenlerin modelleme problemlerinin günlük hayatla ilişkisi olduğunu söyledikleri görülmüştür. Ayrıca bazı cevaplarda modelleme problemlerinin aşamalı çözüldüğü, daha üst düzey düşünme becerileri gerektirdiği ve tek bir çözüm yolu olmadığı belirtilmiştir. T4; “Matematiksel modelleme problemleriyle ve aşama aşama ilerliyoruz. Normal matematik dersinde çözdüğümüz problemlerin hepsinde aynı şey olmuyor. Bazıları daha soyut olabiliyor, daha kısa olabiliyor ya da hep aynı aşamayı kullanmıyoruz. Fakat matematiksel modelleme problemleri daha karmaşık olabiliyor.” şeklinde cevaplamıştır. T7 cevabında modelleme sorularının öğrencilerin eleştirel düşünme ve yaratıcı düşünme becerilerine katkı sağladığı söylüyor; “Ama şöyle diğer normal problemlerde direk istenen belli. Hani bir 4’le 5’in toplamı kaçtır sorusu gibi bir şey. Normal günümüzde karşımıza çıkan problemler. Ama günlük hayat problemlerinde öğrenciyi düşünmeye sevk ediyor veya eleştirel olarak ona bakmasını sağlıyor. Bu bizim için de aynı şekilde soru üzerinde onun ne demek istediğini önce anlamamızı istiyor. Yorumlar ve bir şey geliştirmemizi istediği için yaratıcılığımızı da yine destekliyor.”. Öğretmenlerden T3 ise modelleme sorularının standart bir çözümü olmadığından bahsediyor, T3; “Bizim rutin problemlerimiz de belli sınırlar içerisinde belli başlı işlemlerin yapılarak çözüme ulaşıldığı bir sistem üzerinden götürülüyor. Matematiksel modellemede zaten standart bir sonuç yok. Hani öğrenciler kendi bilgi ve becerileri doğrultusunda ve aslına bakarsanız araştırma ve yorumları doğrultusunda problemi şekillendirip standart olmayan yani sabit olmayan bir model tasarlayıp bir sonuca ulaşıyorlar diyelim. Yani kendi değerlendirmeleri tabi ki problem sınırlar içerisinde kendi değerlendirmeleri ile bir sonuç elde ediyorlar.” şeklinde cevap verdiği görülmüştür.

Mülakata katılan öğretmenlerden T8 ise modelleme problemlerinin etkinlik temelli olmasında bahsediyor, T8; *“En temel farkı biraz da etkinlik temelli çocuklar için süreçler fazla. Biraz da uygulamaları için fırsat veriliyor. Mesela o büyük ayak problemi vardı ya, onlar da biraz daha uygulama temelli. Öğrencilerin kendileri biraz da hani düşünüp içselleştirdiği için o yönden biraz daha farklı oluyor. Öbür problemlerde öyle değil yani çok biraz daha soyut öbürleri. Hani bu biraz daha somutlaştırma yolunda daha iyi diyebilirim.”* şeklinde cevap verdiği görülmüştür.

Mülakatta üçüncü soru; *“Bir matematiksel modelleme problemi ile karşılaştığınızda nasıl bir yol izlersiniz? Matematiksel modelleme problemlerini çözmek için sizce hangi becerilere ihtiyaç vardır?”* şeklindeydi. Öğretmen tarafından verilen cevaplar incelendiğinde tüm öğretmenlerin ilk olarak soruyu anlamamanın gerekliliğini vurguladıkları görülmüştür. T8 soruya cevabında; *“... öncelikle bir defa anlama becerisi olacak, kavrama becerisi olacak ...”* yine T6 cevabında *“... okuduğumuzu anlama bir kere olması lazım ...”* söylediği görülmektedir. T4; *“Ben matematiksel modelleme problemleri ile karşılaştığım zaman önce problemi okuyorum, anlamaya çalışıyorum, daha sonra matematiksel geliştirmeye çalışıyorum ve en son problemi çözüyorum. Sonuçta da model çıkıyor mu çıkmıyor mu ona göre bakıyorum ve çözümü yapıp bitiriyorum.”* şeklinde cevap vermiştir. T1 cevap olarak *“Gerçek hayat problemi veririm. Daha sonra bu gerçek hayat durumuyla ilgili problemi öğrenci anlamlandırır. Matematiksel bir durumla ilişkilendirmesini beklerim. Yani bunun artık matematikle ilişkilendirip bir matematiksel model oluşturmasını, sonra o modeli tekrar bir uygulamasını, bir prototipini oluşturmasını, daha sonra en son ilişkilendirmesini beklerim. Yani en son o prototipin ortaya çıkmasını, modelin ortaya çıkmasını beklerim.”* söylemiştir. T7 ise cevabında *“önce dediğim gibi soruyu anlamaya çalışıp okuyup anladıktan sonra onunla yorumlayıp acaba ne demek istediğimi düşünürüm. Daha sonra bir çözüm yolu geliştirmeye çalışır, model kurmaya çalışırım. Sonrasında modeli oluşturup çözüm yaparım ve bu çözümün de daha sonra başka bir şey için veya başka bir değer için de doğruluğunu test ederim.”* söylemiştir. T8 ise modelleme problemiyle karşılaşan bir öğrencinin anlama, kavrama, uygulama, analiz etme ve sentezleme becerilerine sahip olmaları gerektiğini vurgulamıştır. T8 cevabında *“Anlama becerisi olacak, kavrama becerisi olacak. Uygulama becerisi olacak. Analiz etmeyi bilecek. Gerekirse sentez yapmayı bilecek. Yani çocuk çözebilmesi için bunlara ihtiyaç duyar. Yani okuduğunu anlayacak, kavrayacak, ondan sonra da çözecek yani.”* söylemiştir.

Öğretmenlere dördüncü soru olarak; *“Aldığınız matematiksel modelleme dersinin işlenişi nasıl gerçekleştirildi? Sizce bu ders nasıl daha etkili hale getirilebilir?”* sorulmuştur.

Soru iki kısımdan oluştuğundan önce birinci kısım cevapları incelenecektir. İlk soruya verilen cevaplar incelendiğinde tüm öğretmen adayları benzer cevaplar vermişlerdir. Dersin ilk birkaç haftasında teorik kısım verilmiş sonra ki haftalarda modelleme etkinlikleri tasarlanmış ve öğretmenlerden de kendilerinin modelleme etkinliği veya problemi tasarlamaları istenmiş olduğu görülmüştür. T4; *“ilk başta matematiksel modelleme ile ilgili teorik bilgiler verildi. Modelleme ve modelin farkı, ne olduğu, çözüm aşamaları ve daha sonra örnek modelleme etkinlikleriyle derslerimizi bitirdik.”* şeklinde cevap vermiştir. T1 soruya *“Genel itibarla teorik çerçeve verildi. Teorik çerçeve verildikten sonra Matematiksel modelleme nedir? Matematiksel modelleme ile ilgili bazı yaklaşımlar vardı. İşte mesela modelleme yaklaşımları. Bunları inceledik. Daha sonra modelleme örneklerini inceledik. Büyük ayak problemi gibi birkaç tane bu şekilde problem inceledik. Daha sonra biz bir gerçek yaşam problemi oluşturup bir model oluşturmuştuk bu şekilde.”* şeklinde cevap vermiştir. T5 soruya; *“Önce model nedir, modelleme nedir, matematiksel model nedir bunun gibi kavramsal bilgiler verildi. Daha sonra bu örnek matematiksel modeller ve modellemeleri gördük.”* şeklinde cevap vermiştir. T9 aynı soruya; *“geleneksel olarak işliyorduk. Model nedir, modelleme nedir? Modelleme sorusu yazıyorduk. Öyle hatırlıyorum.”* şeklinde cevap vermiştir.

Sorunun ikinci kısmına verilen cevaplar incelendiğinde öğretmenlerin kendilerinin ortaokulda ya da lisede kullanabilecekleri örnek problemlerle çok karşılaşmadıklarını daha çok lisans seviyesinde etkinlik ve problemlerle karşılaştıklarını ifade ettikleri görülmüştür. T4 soruya; *“ben matematiksel modelleme dersini aldığım zaman hep lisan üstü etkinlikler gördüm fakat ben öğretmen olduğum için bunu ortaokul öğrencilerine uygulamakta zorluk çektim. Çünkü ben kendi gördüğüm etkinlikleri onlara uygulamadım ve uygun seviyelerde etkinlik bulmakta zorlanıyorum.”* şeklinde cevap vermiştir. T8 soruya; *“... biraz daha yani daha da basitleştirerek, yani biraz daha basit sorular çözebilirdik.”* şeklinde cevap vermiştir. T1 ise derste ödev olarak hazırlanan etkinliklerin gruplar halinde hazırlanmasının daha yararlı olabileceğini belirterek soruya *“.... sonra gruplar halinde mesela daha fazla işbirlikçi bir şekilde matematiksel modelleme durumları ortaya çıkarabilirdik. Biz bireysel yaptık, gruplar halinde de yapabilirdik bu daha etkili olabilirdi. Farklı görüşlerin olması daha yaratıcı problemler bulmamızı sağlayabilirdi.”* Şeklinde cevap vermiştir. Öğretmenlerden T7 derste yaratıcı drama etkinliklerinden faydalanabileceğinin daha etkili olabileceğini söylemiş ve soruya; *“... ben kendi yaptığım yöntemle matematiksel modelleme etkinliklerini yaratıcı drama yöntemine dönüştürdüm. Yaratıcı drama yöntemiyle öğrencilere yapınca öğrenciler güzel tepkiler verdiler ...”* şeklinde cevap vermiştir.

Mülakatın beşinci sorusu “Hangi konuların modellemeye uygun olduğunu düşünüyorsunuz? Sınıfınızda uygulayacağınız model oluşturma etkinliği seçiminizde nelerin etkili olduğunu açıklayabilir misiniz?” şeklindedir. Soru yine iki kısımdan oluşmaktadır. Sorunun birinci kısmına verilen cevaplar incelendiğinde genellikle ortaokul ve lise matematik öğretim programında bulunan tüm konuların matematiksel modellemeye uygun örnekler oluşturmaya müsait olduğu anlaşılmaktadır. T7 soruya “*Yani onu çok düşünmedim ama hemen hemen şu an öğretim programında olan tüm konular matematiksel modellemeye uygun...*” şeklinde cevap vermiştir. T8 soruyu özel konu ismi vererek “*... kesirler en uygun olan kesirler denklemlerde de vardı, işte o doğrusal denklemler var mesela...*” şeklinde cevaplandırmıştır. Soru içerisinde “sizce uygun olmayan konu var mıdır” alt sorusu sorulmuş ve gelen cevaplardan uygun olmayan konunun olmadığını düşünüldüğü anlaşılmıştır. T10 alt soruya “*şu an aklıma gelmedi uygun olmayan*” şeklinde cevap vermiştir. Sorunun ikinci kısmına verilen cevaplar incelendiğinde model oluşturma etkinliğinde en önemli etkenin konunun türü öğrenci seviyesine uygun etkinlik ve konu için verilen süre olduğu görülmektedir. T4 soruya “*Öğrencilerin seviyeleri o modelleme etkinliğine uygun mu? Bir de süre süresi ne kadar oluyor? Çok uzun süresi kullanmıyorum pek hocam.*” şeklinde cevap vermiştir.

Mülakatın altıncı sorusu “Derslerinizde matematiksel modelleme yöntemini kullanıyor musunuz? Evet, ise bir örnek verir misiniz? Hayır, ise neden? Uygularken karşılaştığınız zorluklar nelerdir?” şeklindeydi. Verilen cevaplar incelendiğinde öğretmenlerin matematiksel modelleme etkinliklerini kullanmakta çok istekli oldukları ve çoğunluğun kullandığı yönünde olduğu görülmüştür. T5 soruya “*Kullanıyorum çok çok aktif bir şekilde. Özellikle matematiğin algoritmik yönü matematiğin uygulama yönlerini göstermede, her dersin sonunda bir teori ile bir matematiksel model oluşturmuyoruz.*” Şeklinde cevaplamıştır. T3 modelleme etkinlikleri revize ederek kullandığını söylemiş ve sebebini şöyle açıklamıştır: “*Açıkçası matematiksel modelleme problemlerini ben biraz revize ederek kullanıyorum. Çünkü benim şu an bulunduğum okulda sınıflarımız oldukça kalabalık. Grup çalışmalarında falan yapılabilir fakat benim uygulama şansım olmuyor maalesef. Çünkü hem öğretim programımız bayağı bir sıkı öğretim programı sıkı olduğu için ve sınava dayalı bir sistemimiz olduğu için öğrencilerin bu sınav hazırlığında modelleme birazcık maalesef arka planda kalıyor. Zaman alıcı oluyor zaten müfredat yetiştirme sorunu yaşadığımız için. Fakat matematik dersi değil de seçmeli matematik uygulamaları dersi bünyesinde böyle çok senede bir ya da iki kere tam olarak modelleme sorusu olmasa bile modellemeye biraz revize ederek kullandığım oluyor.*” Modelleme etkinliklerini dersinde fazla kullanamadığını belirten T8 soruya şöyle cevap vermiştir: “*Çünkü artık 5 saat dersimiz. uygulama derslerinde zamansal problem var. 5 saate*

zaten konu bile yetişmiyor. Yani modelleme nereden soru çözeceğim yeni nesil soruları da çözdüğümüz için bir soru bazen iki soruyla bir ders bitiyor.”

Sorunun ikinci kısmında ise modelleme yöntemi ve etkinlikleri kullanırken karşılaşılan sorunlar sorulmuştur. Verilen cevaplar incelendiğinde en büyük sorunun zaman olduğu görülmektedir. Sonra sırasıyla kalabalık sınıflar ve öğrenci seviyesine uygun etkinliklerin azlığı gelmektedir. T2 soruya; *“Şöyle Öğrencilerin ön öğrenmeleri de çok önemli bu noktada. Evet yani diyelim ki ben cebirsel ifadelerle ilgili materyal geliştirdim, anlatacağım ama öğrenci çarpma işlemini bilmiyor. Bu durum da bizim için bir kısıtlılık. Yani zorlukları bakımından da bunu da ekleyebiliriz işte. Zaman, konu, işte sınıfın seviyesi veya öğrencilerin ön öğrenmeleri. Bunlar da sınırlayan noktalar diyeyim.”* şeklinde cevap vermiştir. T1 soruya *“...süre anlamında sorun yaşıyorum...”* şeklinde cevap vermiştir. Öğretmenlerden T5 ise disiplinler arası ilişkiden ve bazı eksik öğrenmelerden kaynaklı sorunu şöyle açıklamıştır: *“Günlük hayatta daha kompleks olduğu için ayrıştıran konuları ve çocukların da bunlara hakim olmasını yani. Yani bu düzeyi ayarlamak çok zor. Disiplinler arası, biraz da disiplinler arası hem de kendi arasında...”*. T1 ve T6 ise öğrencilerin ilk kez matematiksel modelleme etkinlikleriyle karşılaştıklarında başlangıçta yaşadıkları anlamlandırma sorunundan bahsetmişlerdir. T1 *“Başlangıçta öğrenciler bir kere bu tarz problemleri gördüklerinde bir şaşkınlık yaşayabiliyorlar. Öncelikle bu bir süreç oluşturuyor. Daha sonra öğrenciler buna uyum sağladıktan sonra daha faydalı olabiliyor. Daha iyi geri dönütler alabildim açıkçası.”* derken T6 ise *“...yani soruyu ilk gördüklerinde onu anlamlandırmak için baya bir zorluk çekiyoruz.”* Şeklinde cevap vermiştir.

Mülakatta öğretmenlere son soru olarak *“Matematik dersi öğretim programındaki matematiksel modellemenin yeri ve önemi hakkında ne düşünüyorsunuz?”* sorusu sorulmuştur. Verilen cevaplar incelendiğinde ortaokul ve lise matematik öğretim programında yeterince yer verilmediği düşünüldüğü görülmektedir. T4 soruyu *“Bence matematiksel modellemenin tüm sınıf seviyelerinde olması gerekiyor. Öğrencilere ne kadar çok günlük hayatla bağlantılı ve somut ulaştırılmış bir şekilde konuları verirse çocuklarda daha çok kalıcı oluyor ve matematiği seviyorlar. O yüzden tüm konularda olması gerektiğini düşünüyorum. Fakat maalesef tüm konularda yok.”* şeklinde cevaplamıştır. T1 soruya *“Bence yeterince yer verilmedi. Yani birçok öğretmenlerle ilgili yapılmış çalışmaları da incelediğimizde ya da ben de baktığım zaman çok da yer verilmedi. Hatta birçok öğretmen bilmiyor ki deneyim süresi artan birçok kişi matematiksel modelleme eğitimi almamış. Bir bilgisi bile olduğunu zannetmiyorum. Bu sebepten dolayı müfredatta sadece matematiksel modelleme etkinliği kullanılabilir şeklindeki tavsiyeler öğretmenlerin çok da ilgisini çekmiyor.*

O yüzden daha detaylı, daha yani tamam modelleme etkinliği kullanabilir ama ne kullanabilir şeklinde daha detaylı bilgilerin olması öğretmenlerin de matematiksel modelleme, ders işleme sürecinde kullanmasına katkı sağlar diye düşünüyorum.” şeklinde cevap vermiştir.

T10 aynı soruya “*Yani işte bu yeni nesil problemlerle birlikte biraz daha yer verilmeye çalışıldığını görüyorum. Ama hani çok dediğim gibi daha yeni yeni ve sınıfın hani derslerde fark ediyorsunuzdur yani 30 kişilik bir sınıfta belki 4-5 kişinin buna ilgisini görüyoruz. Aslında matematiksel modelleme şöyle belki çok küçük yaştan, çok küçük sınıflardan uygulayarak büyük sınıflara gelseydi çocuklar, o zaman matematiğin aslında çok gerekli bir ders olduğunu. Aslında hayatımızdaki birçok problemin çözümünde matematiksel problem matematiksel modellemeyi kullandığımızı görürlerdi. Matematiğe karşı önyargılı değil de daha kullanılabilir bir ders olduğunu görünce belki daha çok seve ilirlerdi diye düşünüyorum. Yani matematiksel modelleme ile çocukların matematiğe karşı ilgisinin artırabileceğini düşünüyorum açıkçası”* şeklinde cevaplamıştır. T10 modelleme etkinlikleriyle öğrencilerin daha küçük yaşlarda tanışması gerektiğini vurgulamıştır. T9 ise soruyu “*Hocam zaten 2015'te yapılmış herhalde diye hatırlıyorum, 2015'te müfredata girmişti, 2016'da mıydı yoksa tam hatırlayamadım şu an yıllar ama yani çok bir sene olmadı zaten matematiksel modelleme eğitim müfredata gireli.”* şeklinde cevaplamıştır.

Yapılan mülakatlar ve elde edilen veriler, matematiksel modelleme eğitiminin öğretmenler üzerindeki önemli etkilerini açıkça ortaya koymuştur. Öğretmenlerin tamamı (T4, T5, T7, T8), matematiksel modelleme dersinin kendi mesleki bilgi ve becerilerini geliştirdiğini belirtmiştir. Özellikle, bu eğitimin geleneksel öğretim yöntemlerinden farklı olarak matematiğin mantığını ve gerçek hayatla bağlantısını kurmada etkili olduğu vurgulanmıştır (T4). Öğretmenler, modelleme problemlerinin öğrencilerin eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerini geliştirdiğini (T7) ve standart olmayan çözüm yolları sunarak öğrencilere daha geniş bir bakış açısı kazandırdığını (T3) ifade etmişlerdir.

Ancak, öğretmenlerin uygulama sürecinde karşılaştıkları bazı zorluklar da göz ardı edilmemelidir. En önemli engeller arasında zaman kısıtlaması (T1, T6, T8), kalabalık sınıflar (T3) ve öğrenci seviyesine uygun materyal eksikliği (T4) bulunmaktadır. Ayrıca, bazı öğretmenler müfredatın yoğunluğu ve sınav odaklı sistem nedeniyle modelleme etkinliklerine yeterince yer veremediklerini belirtmişlerdir (T3, T8).

Öğretmenlerin sunduğu öneriler incelendiğinde, matematiksel modelleme eğitiminin daha etkili hale getirilmesi için çeşitli iyileştirmeler öne çıkmaktadır. İlk olarak, öğretmenler lisans düzeyindeki karmaşık örnekler yerine, ortaokul ve lise seviyesine uygun, daha basit ve uygulanabilir etkinliklerin sunulması gerektiğini vurgulamışlardır (T4, T8). İkinci olarak,

işbirlikli öğrenme yaklaşımlarının, örneğin grup çalışmaları ve yaratıcı drama gibi yöntemlerin kullanılması, modelleme sürecini daha verimli hale getirebilir (T1, T7). Son olarak, modelleme etkinliklerinin küçük yaşlardan itibaren müfredata entegre edilmesi, öğrencilerin matematiğe karşı olumlu bir tutum geliştirmelerine yardımcı olabilir (T10).

Matematiksel Modelleme Dersinin Öğretim Programlarına Yönelik Olarak Öğretmen Adaylarının Görüşlerine İlişkin Bulgular

Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme dersinin öğretim programlarına yönelik görüşlerine ilişkin bulgular incelendiğinde kazanılan beceriler, içerik, öğrenme öğretme yaşantıları ve ölçme değerlendirme olacak şekilde dört boyuttan oluştuğu görülmektedir. Aşağıda boyutlara göre bulgular verilmiştir.

Tablo 19. *Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Dersinin Öğretim Programlarına İlişkin Görüşlerine Ait Bulgular*

Kazanılan beceriler	İçerik	Öğrenme öğretme yaşantıları	Ölçme ve değerlendirme
- Matematiksel modelleme dersinin bilgi ve becerilerine olumlu etkisi olduğunu düşünüyorum. - Günlük hayat problemlerini çözmede ve matematik dersi konularının somutlaştırılmasında işe yaracağını düşünüyorum. - Matematiksel modelleme etkinliklerinin disiplinler arası etkisi.	- Modelleme temel kavramlar bilinmiyor - İlk birkaç haftada teorik kısım verildi sonra modelleme etkinlikleri çözüldü.	- Ders çevrim içi yapıldı. - Modelleme etkinliği tasarladım.	- Ara sınav ve final sınavı yapıldı. - Final sınavına ödev puanı eklendi. - Ödev puanlarının şeffaf olması gerekirdi.

Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme dersinin bilgi ve beceri gelişimlerine olumlu katkı sağladığını düşündükleri görülmektedir. Bununla birlikte dersin içerik sunumu ve ölçme-değerlendirme uygulamalarıyla ilgili bazı eleştiriler dile getirilmiştir. Özellikle ödev puanlarının şeffaf verilmemesi ve dersin çevrimiçi olması nedeniyle yaşanan eksiklikler vurgulanmıştır. Öğretmen adaylarının görüşlerine aşağıda yer verilmiştir:

Mülakat sorularından amaç boyutunu sorgular nitelikte olan sorulara verilen cevaplar incelendiğinde öğretmen adaylarının çoğunluk olarak matematiksel modelleme dersinin bilgi ve becerilerine olumlu etkisi olduğunu düşündükleri görülmektedir. Dersin günlük hayat problemlerini çözmede ve matematik dersi konularının somutlaştırılmasında işe yaracağını ve bu amaçla kendileri öğretmen olduklarında matematiksel modelleme etkinliklerini yaptırmak

istediklerini belirtmişlerdir. Örneğin Ö3 cevabında “*Dersi iyi ki aldım diyebiliyorum. Çünkü en azından oradaki günlük yaşamdaki olayların matematiksel problemlere dönüştürülmesini gördüm. Bu sayede günlük yaşam problemlerinden matematiksel problem elde edebilirim. Öğrencilerime de günlük yaşamdan problemler çözebilirim, öğrencilerin yaşamlarına entegre edebilirim diye düşünüyorum. Yani bence iyi ki gördüm. Gelecek öğretmen adaylarının da görmesini isterim çünkü en azından bir ufku genişler, farklı bir bakış açısı yakalar diye düşünüyorum. Zaten yeni nesil sorular da artık günlük hayattan problemler oluşturularak önümüze getiriliyor. Bu açıdan hani en azından ortaokul öğrencileri için ortaokul değil, lise öğrencileri için de faydalı olacağını düşünüyorum.*” Yine benzer şekilde Ö6 cevabında “*hani öğrenciler özellikle ilköğretim seviyelerindeki öğrenciler için bu matematiği günlük hayatta bağdaştırmak bence çok önemli. Hani soyut olan matematiği somut hale dönüştürmek gibi hani işlemleri somutlaştırmak için.*” Öğretmen adaylarından Ö10 aynı soruya verdiği cevapla yine diğer öğretmen adaylarıyla benzer düşüncelere sahip olduğunu göstermiştir. Ö10 cevabında “*günlük hayattan örnekler verirken ya da günlük hayatta bir problem görüldüğünde bunun nasıl çözüm yoluna kavuşacağını bu ders sayesinde belli bir ölçüde öğrenmiş olduk. O yüzden matematiğin mantığına da uyan çözüm yollarıyla ufuk açan adımlarla matematiği de ilerleten gayet makul bir ders olduğunu düşünüyorum.*” Lisans eğitimi ile birlikte özel bir kurumda matematik dersi veren başka bir öğretmen adayı Ö2 ise tecrübe ettiği şekliyle şu şekilde cevap vermiştir. “*Benim dersane tecrübem var öğrenciyken çalıştığım. Hani öğrenciler matematiği anlayamadıkları için değil de yeni nesil soru tiplerini yapamıyorlar ve diyorlar ki yeni nesil sorular biraz üst düzey düşünme gerektiriyor ya hani düşünüp çözebilirler aslında. Öğrenciler işlem kısmını biliyorlar ama düşünme kısmına yapamıyorlar. Bunu da gerçek hayattan uyarılama yapamadıkları için aslında beceremiyorlar, matematiksel modelleme etkinlikleri bu eksiği kapatacak nitelikte bence.*” Ayrıca öğretmen adaylarından Ö9 cevabında matematiksel modelleme etkinliklerinin disiplinler arası etkisinden bahsetmiş ve liselere giriş sınavı matematik sorularının çözümünde matematiksel modellemeyi faydalanabileceğine vurgu yapmıştır. Ö9 “*Çünkü artık yeni nesil sorularla eğitim programımız biraz daha güncel hayatta gerçek yaşamdan problemlere evrilmeye başladı. Bu yüzden matematiksel modelleme aslında tam olarak gerçek yaşam problemlerine benzemiyor. Ama onların bir tık daha üst modeli. Yani bence bunlar verildiğinde öğrenci disiplinler arası ilişkileri iyi kavrar matematiksel modelleme etkinlikleriyle ve kullanırsak bence öğrencilerin faydasını çok fazla göreceğini düşünüyorum.*”

Ancak bazı öğretmen adayları dersin kendilerine bir dönem içinde verilmesinin amaçlanan hedeflerin kazandırılması için yeterli olmadığını düşündüklerini belirtmişlerdir. Dersin lisans eğitiminde en az iki döneme yayılmasının ve daha fazla etkinlik yapma fırsatının

verilmesinin gerekli olduğunu belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarından Ö1 cevabında “*Yani şöyle çok etkili olduğunu söyleyemem kendi adıma, sadece bir dönem olmasın, tek dönem yeterli olacağını düşünmüyorum.*”

Öğretmen adaylarının ders boyunca öğrendikleri bazı kavramlar hakkında bilgilerini ölçmeye yönelik sorulara verilen cevaplar incelendiğinde model, matematiksel model, modelleme ve matematiksel modelleme kavramlarını kavrayamadıkları görülmüştür. Görüşme yapılan öğretmen adaylarından bahsi geçen kavramlar için yaptıkları tanımların bazıları şöyledir. Model kavramı için Ö2’nin cevabı şu şekildedir: “*Bazı şeyleri daha anlaşılabilir kılmak için somut bir şeye, gözle görülebilir bir şeye dökmek olarak tanımlayabilirim.*” Yine katılımcılardan Ö4 “*model deyince aklıma tıp geliyor mesela anatomiye ki insan modeli, model üzerinden görselleştirme yapılan somut şeyler.*” Ö9 model kavramı açıklaması ise şöyledir: “*Model şey diye hatırlıyorum ben, hız formülü mesela bu model diye düşünüyorum.*”

Matematiksel model kavramı için öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar ise şöyledir: Ö6 cevabında “*bunlar semboller, grafikler hani biraz da matematiği somutlaştıran şeyler var bunlar matematiksel modellere örnek olabilir.*” Yine Ö7 cevabında “*matematiksel model soyut bir şey, somut hale getirmek için kullanıyoruz. Soyut bir problem var. Onu somutlaştırmak için kullandığımız zaman matematiksel model oluyordu.*” Ö8 matematiksel model için “*sayma pulları, grafikler, semboller, sayılar, işaretler Bunlar birer matematiksel modeldir.*” Yanıtını vermiştir. Katılımcılardan Ö11 ise cevabında “*Matematiksel model aslında modelleme yolunda kullandığımız araçlar diyebiliriz. İşte grafikler, şemalar gibi, bir formül bile matematiksel model olabiliyor.*”

Öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar incelendiğinde model ve matematiksel model kavramlarını ayırt edemedikleri anlaşılmıştır. Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme kavramı için verdikleri cevaplardan adayların genel olarak matematiksel modelleme kavramını anladıkları ancak yeterli tanım yapamadıkları sonucu görülebilmektedir. Öğretmen adaylarından Ö1 cevabında “*matematiksel modelleme günlük hayata ilişkin problemleri çözme süreci*” şeklinde belirtmişken, öğretmen adaylarından Ö3 cevabında “*matematiksel model matematiksel yaşantılar ile matematiksel işlemlerle bir ürün ortaya çıkarma süreci*” şeklinde belirtmiştir. Yine Ö10 “*herhangi bir günlük hayat problemini matematiksel bir dille çözme süreci olarak ifade eder.*” yanıtını vermiştir.

Mülakat sorularından içerik boyutunu sorgular nitelikte olan sorulara verilen cevaplar incelendiğinde öğretmen adaylarının matematiksel model etkinliklerinin diğer problemlerden farklı olduğunu bildikleri gözlemlenmiştir. Öğretmen adaylarından Ö1 “*Bence çok farklı.*

Çünkü zaten çok yaratıcılık gerektiren problemler böyle. Bayağı üzerine çalışması gerekiyor. Diğer problemler yani daha kısa sürede çözülebilir ama onun için bayağı uzun süre emek ve zaman istiyor.” Ö2 cevabında “Çok farkı var bence her problem modelleme problemi değil.” Olduğunu belirtmiştir. Ö3 cevabında “Günlük yaşam ve daha ileri düşünme istiyor modelleme problemleri. Normal problemler daha basit bir şekilde çözülebiliyorken modelleme problemleri daha çok düşündürücü, efektif problemler bence.” Şeklinde belirtmiştir. Öğretmen adaylarından Ö4 ilgili soruya şu şekilde cevap vermiştir. “Bir süreç içerisinde ilerliyor, bir akış var, hikâye akışı var ve bundan yola çıkarak formül vermeden formülü keşfetme başlıyor.” Ö7 soruya şu şekilde cevap vermiştir: “Günlük hayatta çok daha fazla ilişkilendirilmiş günlük hayatta karşımıza çıkabilecek problem ki gerçekçi problemler.”

Öğretmen adaylarına modelleme etkinliklerinde olması gereken özellikler sorulduğunda verilen cevaplarda açık uçlu soru olması, birden fazla çözüm senaryosu içerebilmesi, üst düzey bilişsel düşünme becerilerini ölçmesi ve gerçek hayatla ilişkili olması cevapları alınmıştır. Ancak Ö5 modelleme etkinliklerinin tek cevaplı ve çoktan seçmeli olabileceğini belirtmiştir. Ö5 cevabında “modelleme problemlerinin çözümü tek cevaplı olacak gibi hatırlıyorum.” Modelleme etkinliklerinin hangi bölümlerden oluştuğu sorusuna öğretmen adayları cevap verememişlerdir. Tanıtıcı makaleyi beş öğretmen adayı hatırlarken hazırlık soruları kısmını bir öğretmen adayı hatırlamıştır. Veriler kısmını altı matematik öğretmeni hatırlamış olup problem durumunu ise herkes hatırlamıştır. Öğretmen adaylarından Ö7 “bir önce tanıtıcı makale kısım vardı, sonra bir hikâye kısım vardı. Sonra veri toplama veriler veriliyordu. Sonra bu verileri modelleme şeklinde en son sonuca vardık.” Cevabını vermiştir. Öğretmen adaylarından Ö3 ise “Makale tanıtıcı bir kısım uzunca bir kısım oluyor. İlk önce anlatıyor problemi, önce bir tanım veriyor mesela obezite nedir gibi. Bununla ilgili bir makale, bir gazete haberi, sonrasında problemi anlatıyor. Mesela bir çocuk var, çocuk obez olmuş. Bu çocuk için bir diyetisyene gidiyor, bir olay yaşıyordu bu çocuğa. Ondan sonra o çocuğun başından geçen olayları anlatıyor. Bu çocuk için neler yapmamız gerekiyor? Hani bu çocuğun obezite seviyesi çok şişman, az şişman gibi o seviyeye getirmek için neler yapmamız gerekiyor? Sonra onun için bir yol öneriyor. Diyor ki işte bisiklete binerse bu kadar enerji yakar işte bazı veriler veriyor onu veriyor. Sonra diyor ki sen bu yollardan hangisini kullanırsın şeklinde problem durumunu veriyor.” şeklinde açıklamıştır.

Öğretmen adaylarına “Bir modelleme etkinliği ile karşılaştığınızda nasıl bir yol izlersiniz?” diye sorulmuş ve öğretmen adaylarından hiçbirinin uygun basamakları saymadığı belirlenmiştir. Öğretmen adaylarından Ö1 “problemi anlama sonrasında artık süreci tam şu an hatırlamıyorum ama sürece uygun işlemleri devam ettirmeye çalışırım.”

Şeklinde cevaplandırmıştır. Ö2 cevabında “*problemi anladıktan sonra onu bir modele döküp bir model oluşturmamız lazım*” şeklinde cevaplamıştır. Öğretmen adayların Ö6 ise “*İyice anlayıp anlamadığımı bir kez daha teyit ederim. O anladığımdan bir modelleme, model çıkarmak gerekir. Bir model oluştururuz. Ne yapacağımı yapmayacağımı o verilerle de modeli uygulamaya sokarım*” şeklinde cevaplamıştır. Ö7 ise cevabında “*Yani önce verileri elime alırım, sonra o verilerle düzenli bir şekilde model oluşturmaya çalışıp onu çözmeye çalışırım.*” Şeklinde belirtmiştir. Öğretmen adaylarından Ö9’un cevabı ise “*İlk önce soruyu anlamaya çalışırım. Hangi kazanım? Çünkü bazen mesela soruyu anlıyoruz, okuyoruz. Hangi konudan çıkmış, ne istiyor bizden anlayamıyoruz. Hangi kazanımı kullanacağımı düşünürüm. Hangi konuya giriyor? Sonrada verileri kullanarak model oluşturmaya çalışırım.*” şeklinde olmuştur.

Öğretmen adaylarına matematiksel modelleme problemlerini çözmek için hangi becerilere ihtiyaç olduğu sorulmuş ve alınan cevaplar genelde iki özellikle ilişkili olduğu belirlenmiştir. Bu beceriler okuduğunu anlama, üst düzey düşünme becerisi şeklindedir. Ancak Ö1 bu becerilere yaratıcılığında bu becerilerden biri olması gerektiğini belirtmiştir. Ö6 ise cevabında modelleme yapabilme becerisinden şöyle bahsetmiştir: “*Okuduğunu anladıktan sonra basit işlemler yani cebirsel işlemler yapması gerekiyor öğrencinin okuduğunu anladıktan sonra model oluşturmaya da bilecek. Sonra bu modele uygun eldeki verilerle de modellemeyi başlatması gerekiyor.*” Öğretmen adaylarından Ö9 ise “*Bir kere okuduğumuzu anlamamız gerekiyor. Anlama becerisi aynı. İkincisi dediğim ne olabilir? Model oluşturma. Bu da çok önemli. Yani model oluşturmadan çözemeyiz.*” şeklinde benzer bir cevap vermiştir. Öğretmen adaylarından Ö10 ise “*Karmaşık olduğu için daha analitik düşünme becerisine sahip olmayı gerektiriyor olabilir. Temel kavramları hâkim olmak gerekiyor.*” Becerilere sahip olunması gerektiğini düşündüğünü belirtmiştir.

Mülakat sorularından öğretim yöntem ve stratejileri boyutunu sorgular nitelikte olan sorulara verilen cevaplar incelendiğinde dersin Maraş depremi nedeniyle çevrimiçi yürütülmesi sebebiyle benzer cevaplar alınmıştır. Ders çevrimiçi ortamda ilk birkaç hafta teorik kısmın verilmesi ve belirli bir haftadan sonra her ders farklı bir matematiksel modelleme probleminin dersi veren hoca tarafından çözümü şeklinde gerçekleştirilmiştir. Öğretmen adaylarından Ö1 “*Bence yüz yüze olsaydı da çok etkili olacağını düşünmüyorum. Çünkü tek dönemlik bir dersti ve bu şekilde bir derste tanıştık ve tek dönemlik ders sonrasında bir ürün ortaya koymamız gerekiyor. Herkes çok önyargılı idi. Hepimiz çok korkuyorduk, tedirgin olduk yani. O yüzden hani dediğim gibi birkaç yıl olsaydı birkaç yıldan sonra keşke ürün ortaya koysaydı daha iyi olurdu diye düşünüyorum.*” şeklinde görüşünü belirtmiş, dersin

birkaç döneme yayılacak şekilde daha kapsamlı anlatılmasının daha yararlı olacağını düşündüğünü belirtmiştir. Ayrıca öğretmen adayları derste kendilerinden hazırlanması istenen örnek matematiksel modelleme etkinliğinin bireysel değil grup halinde olmasının daha faydalı olacağına inandıklarını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarından Ö7 “grupla çalışma yapılmasını isterdim tabi ki” şeklinde cevap vermiştir.

Öğretmen adaylarına matematiksel modelleme dersinde bir modelleme etkinliği hazırlamaları istenmiş ve hepsi birer modelleme etkinliği hazırlamışlardır. Hazırladıkları etkinlikleri göz önüne alarak öğretmen adaylarının bu süreçte zorlandıkları konuları söylemeleri istenmiştir. Verilen cevaplar incelendiğinde, günlük hayattan problem durumu belirlemek, problem durumunu ilgili sınıf düzeyindeki matematik öğrenme çıktısına uyarlamak, problem için gerçek durum verilerini toplamak ve problem durumu oluşturmak en çok zorlanılan konulardır. Öğretmen adaylarından Ö1 in soruya cevabı “*Biraz ben konuyu belirlerken zorlandım. Süreci modelleme basamaklarına uydurmakta zorlandım.*” şeklinde, Ö2’nin cevabı “*Ben yani tam olarak ne yapabilirim? Çok anlayamamıştım. Yani mesela neye bakıyorsun? onu kendi problemimi nasıl uygulayacağım? Ya da modelleme? Hani böyle ilk başlarda biraz açıkçası modellemede karmaşık gelmişti bana. Hani tam olarak ne bu modelleme nasıl acaba? Yaptığım doğru oldu mu, modelleme mi yoksa ben kendi kendimi mi kandırıyorum diye bir zorlanmıştım gerçekten.*” şeklinde olmuştur. Ö11 ise “*Günlük yaşam şimdi çok fazla günlük yaşamdan örnekler var ama matematik öğrenirken konu da çok fazla olunca bir kararsızlık yaşamıştım konu ve örnek seçiminde.*” şeklinde zorlandığı kısmı açıklamıştır. Ö10 ise cevabında “*Önce mesela kazanımlara baktım, hangi kazanım daha uygun bir matematiksel modelleme problemi oluşturabilirim diye düşündüm. Sınıf düzeylerine baktım. Böylelikle ortaya karışık bir şey oluştu. Aha dedim oran orantı. Böyle bir dışı problemi de aklımda sadece başlık olarak vardı içeriğine hiç bakmadım çünkü çok fazla problemi var sanırım. Karışık bir durum oldu. Yani ikisinden birini seçemiyordum orada zorlandım.*” Yaşadığı zorluğu belirtmiştir. Ö8 ise problemi oluşturmanın zor olmadığını uygun bir modelleme problemi olup olmadığını belirlemenin zor olduğundan yakınmış ve “*Problem yazmak aslında zor değil ama onun matematiksel modelleme olup olmadığını anlamak zordu benim için. Farklı çözüm yolları var mı, iki yoldan, üç yoldan çözebilirim ama hani matematiksel modelleme? Problemlere bakınca evet benim buna benzemiyor diye bayağı kendi içimde çalışmıştım. Yine hazırladığım problemin ben matematiksel modelleme olduğunu düşünmüyordum günün sonunda ama bilmiyorum artık.*” şeklinde cevap vermiştir. Ö7 ise verileri gerçeğe uygun elde etmenin zorluklarından yakınmış ve durumu şöyle açıklamıştır: “*İlk bu hikâye eleştirme kısmı biraz zordu. İkincisi de veri toplamak çok zordu. Çünkü verilerin orijinal doğru olması için bizzat işte ev fiyatlarını, verilebilecek kirayı, karavan*

fiyatını, bu tarz bunları düşünüp ve ayrıca karavanın kış aylarında çok fazla kiraya verilmemesi sebepleri falan bunları toplamak, tek tek hesaplamak falan bu kısım biraz zordu verilerin toplanma kısmı yani.” Benzer şekilde Ö4 zorlandığı kısmı şöyle belirtmiştir: “Verileri toplarken telefon sitelerini araştır, fiyatlarını özelliklerini kendi markalarını kendi sitelerinde araştırdım. Bu bilgilere ulaştım. Başka bir zorluk yoktu.” Yine öğretmen adaylarından Ö9 yaşadığı zorlukları şu şekilde ifade etmiştir: “Yani en zorlandığım veri toplama, ikincisi de model oluşturma. Yani veriyi de topladım bir şekilde. İkincisi veriler çok şey sayılırdı zor yani mühendislik bilgisi isteyen şeylerdi.”

Son olarak öğretmen adaylarına ölçme ve değerlendirme süreçleriyle ilgili sorular yöneltilmiştir. Dersin ölçme ve değerlendirilmesi bir vize ve final sınavına %60 düzeyinde etki edecek bir ödev ve final sınavı şeklinde yapılmıştır. Vize ve final sınavları çoktan seçmeli yapılmış bunun sebebinin dersin çevrimiçi olması olduğu düşünülmektedir. Öğretmen adayları vize sınavının ve final sınavının açık uçlu sorulardan oluşmasının ölçme değerlendirme süreci açısından daha yararlı olacağını düşündüklerini belirtmişlerdir. Ö7 bu durumu şöyle açıklamıştır: *“Yani ben açıkçası çoktan seçmeli sınavların çok fazla başarıya düştüğünü düşünmüyorum. Klasik olunca hani daha çok ölçüyor. Biraz bizim çevrimiçi eğitimden ve çok kalabalık olunan çoktan seçmeli olmuştur. Bu da çok fazla bence başarımızı ölçmedi. Klasik olsaydı belki benim şu an az önce sorduğunuz ifadeleri tam belki daha rahat ifade edebilirim ama hani test olunca hani evet buydu deyip işaretleyebiliyorsunuz.”* Ö6 ise bu soruya şöyle cevap vermiştir: *“Ama vizenin ve final sorularının bize çok nasıl diyeyim bir başarı elde ettiğimizi düşündürmüyor bize. Yani çok belirleyici sorular değildi öyle söyleyeyim size.”* Diğer öğretmen adaylarından farklı düşünen Ö2 ise soruyu şöyle cevaplamıştır: *“Yani bence bu dersteki kavramlar testte uygun diye düşünüyorum. Çünkü biz mesela vizede çok zorlamıştı modelleme dersi. Öyle şıklar vardı ki hepsi mesela birbirine çok benzer ayırt etmede böyle ince çizgiler vardı. Ya da birinin birden fazla tanımı vardı yani. Mesela vize de çok zordu finalde. Aslında bence test uygun bir sınav çünkü kavram çok fazla var ve kavramlar birbirine çok benziyor. Hani ufak bir şeyi kaçırırsa aslında soru gidiyor ondan dolayı bildiğini ölçüyor.”*

Öğretmen adayları final notunun %60’lık kısmına etki edecek şekilde ödev verilmesini eleştiren cevaplar vermişlerdir. Herkesin aynı puan aldığını düşündükleri ödevler için final sınavından daha fazla puan verilmesinden rahatsızlıklarını dile getirmişlerdir. Öğretmen adaylarından Ö9 *“Ben çok emek verdim hocam ben yüksek aldım ama hiç emek vermeyen arkadaşlar da benle aynı puanı aldılar.”* Şeklinde herkesin aynı puanı aldığını düşündüğünü belirtmiştir. Öğretmen adaylarından Ö1 ödevin duyurulmasının çok geç yapıldığını ve süre

anlamında zorlandığını şu şekilde ifade etmiştir: *“Son anda biraz öyle oldu. Zaten çoğumuz da sonunda hemen yapma kararı aldık. Başta zaten dediğim gibi bu alanında yetkinliği olmadığı için yani kim istemediği, tanımadığı bir şey yapmak ister ki? Çünkü bilmiyorsun ki yani ne yapabilirim ki?”* Benzer şekilde Ö8 ödevin sürece yayılmasını ve dönütler halinde geri bildirim verilerek yapılmasının daha uygun olacağını şu şekilde belirtmiştir: *“Ben süreç olarak olmasını yani biz bir senenin başından sonuna kadar bir problem tasarlayalım, hani bunun haftalık olarak dönütler vererek hocaya sunalım bu şekilde olmasını isterdim.”* Aynı şekilde Ö5 ise *“Yani bir süreç odaklı değerlendirme ve daha fazla problem üzerinden çözerek bunlar olsaydı daha faydalı olurdu.”* şeklinde görüş belirtmiştir.

Öğretmen adayları değerlendirme sürecinde verilen final ödevinin değerlendirme kriterlerinin kendileriyle paylaşılmamasının ve sürecin şeffaf yürütülmesinin de değerlendirme süreci açısından olumsuz bir durum olduğunu düşündüklerini belirtmişlerdir. Ö4 bu konuyu şöyle açıklamıştır: *“Yani belki sürece yaysaydık ve hoca puanlama sistemini bize de açık olsaydı daha faydalı olabilirdi. Ben zaten çok çok iyi yaptığımı söylemiyorum ama hatalarımı da öğrenmek isterdim açıkçası.”*

Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme dersinin bilgi ve beceri gelişimlerine olumlu katkı sağladığını düşündükleri gözlemlenmiştir. Dersin, günlük hayat problemlerini çözmeye ve matematik dersi konularını somutlaştırmada etkili olacağını, bu nedenle öğretmen olduklarında modelleme etkinliklerini kullanmak istediklerini belirtmişlerdir. Örneğin, Ö3, dersin "günlük yaşamdaki olayların matematiksel problemlere dönüştürülmesini" sağladığını ve öğrencilerin ufuklarını genişleteceğini ifade ederken, Ö6 matematiği günlük hayatta bağdaştırmanın ve soyut kavramları somutlaştırmanın önemini vurgulamıştır. Ö2 ise, öğrencilerin yeni nesil soru tiplerini yapamama eksikliğinin modelleme etkinlikleriyle giderilebileceğini belirtmiştir. Ayrıca, Ö9 matematiksel modelleme etkinliklerinin disiplinlerarası etkisine dikkat çekmiş ve bu etkinliklerin öğrencilerin LGS matematik sorularını çözmelerine yardımcı olabileceğini söylemiştir.

Ancak, dersin içerik sunumu ve ölçme-değerlendirme uygulamalarıyla ilgili bazı eleştiriler de dile getirilmiştir. Bazı öğretmen adayları, dersin bir dönem içinde verilmesinin hedeflere ulaşmak için yeterli olmadığını ve en az iki döneme yayılması gerektiğini belirtmişlerdir (Ö1). Öğretmen adaylarının çoğu, model, matematiksel model, modelleme ve matematiksel modelleme gibi temel kavramları tam olarak kavrayamadıkları veya birbirlerinden ayırt edemedikleri gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, matematiksel modelleme problemlerinin diğer problemlerden farklı olduğunu ve daha derinlemesine düşünme, yaratıcılık ve uzun süreli çaba gerektirdiğini büyük ölçüde anlamışlardır. Modelleme

etkinliklerinde açık uçluluk, birden fazla çözüm senaryosu, üst düzey bilişsel düşünme becerileri ve gerçek hayatla ilişkili olma gibi özelliklerin olması gerektiğini belirtmişlerdir. Ancak, etkinliklerin bölümleri ve modelleme süreç basamakları konusunda tam bir bilgiye sahip olmadıkları görülmüştür.

Öğretim yöntem ve stratejileri boyutunda ise, dersin Maraş depremi nedeniyle çevrimiçi yürütülmesi benzer cevaplara yol açmıştır. Öğretmen adayları, çevrimiçi ortamın dersin etkililiğini azalttığını ve yüz yüze eğitimin daha faydalı olacağını düşünmektedirler (Ö1). Ayrıca, kendilerinden hazırlamaları istenen modelleme etkinliklerinin bireysel yerine grup halinde yapılmasının daha verimli olacağına inanmışlardır (Ö7). Modelleme etkinliği hazırlama sürecinde ise öğretmen adayları en çok günlük hayattan problem durumu belirleme, ilgili sınıf düzeyine uyarlama, gerçek durum verilerini toplama ve problem durumu oluşturma konularında zorlandıklarını belirtmişlerdir (Ö1, Ö2, Ö10, Ö11). Özellikle, hazırlanan problemin gerçekten bir modelleme problemi olup olmadığını anlamakta ve uygun verileri toplamakta güçlük çektikleri görülmüştür (Ö7, Ö8, Ö9).

Ölçme ve değerlendirme süreçleriyle ilgili olarak da çeşitli eleştiriler yöneltilmiştir. Öğretmen adayları, vize ve final sınavlarının çoktan seçmeli olmasının başarıyı tam olarak yansıtmadığını ve açık uçlu soruların daha yararlı olacağını düşünmüşlerdir (Ö6, Ö7). Ayrıca, final notunun %60'ına etki eden ödevin değerlendirme kriterlerinin şeffaf olmamasını ve herkesin aynı puanı aldığını düşündükleri için bu durumdan rahatsızlık duyduklarını dile getirmişlerdir (Ö9). Ödevin duyurulmasının geç yapılması ve sürece yayılmayıp dönütler verilmemesi de eleştirilen noktalar arasında yer almıştır (Ö1, Ö5, Ö8).

Hazırlanan ve Uygulaması Yapılan Matematiksel Modelleme Dersi Öğretim Programı Tasarısına Yönelik Öğretmen Adaylarının Görüşlerine Yönelik Bulgular

Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme dersine ilişkin görüşleri, öğretim programının üç temel boyutu (amaç-hedef, öğrenme-öğretme yaşantıları ve ölçme-değerlendirme) çerçevesinde temalar ve alt kodlar doğrultusunda analiz edilmiş; katılımcı ifadelerinden elde edilen veriler tablolar halinde sunulmuştur.

Tablo 20. *Uygulaması Yapılan Matematiksel Modelleme Dersi Öğretim Programı Tasarısına Yönelik Öğretmen Adaylarının Görüşleri*

Tema	Alt Tema / Kod	f
Amaç ve Hedef Boyutu	Matematiksel modelleme dersine yönelik memnuniyet	5
	Gerçek yaşamla ilişkilendirme	3
	Dersin zorluk düzeyi	1
	Dersin öğrenci merkezli işlenişi	3

Öğrenme-Öğretme Yaşantıları	Slayt içeriklerinin yoğunluğu	2
	Etkinliklerin yetersizliği	2
	Ölçme çeşitliliğine memnuniyet	4
Ölçme ve Değerlendirme	Quizlerin öğrenmeye katkısı	3
	Quizlerde adalet sorunu	2

Öğretmen adaylarının tamamı, matematiksel modelleme dersinin hem bireysel gelişimlerine hem de öğretmenlik yeterliklerine ciddi katkılar sunduğunu belirtmiştir. Özellikle dersin matematiksel düşünceyi günlük yaşamla ilişkilendirme becerisine katkı sağladığı ve bakış açılarını değiştirdiği sıkça vurgulanmaktadır. Bu, öğretim programının amaçlar boyutunun büyük ölçüde karşılandığını göstermektedir. Katılımcıların çoğu dersin öğrenci merkezli ilerlediğini ve etkileşimli olduğunu dile getirmiştir. Bununla birlikte bazı yapısal eksiklikler, özellikle slayt içeriklerinin fazlasıyla teorik olması ve etkinlik sayısının azlığı, derse olan ilgiyi zaman zaman olumsuz etkilemiştir. Bu da öğretim programının uygulanışında öğretim tasarımı açısından denge sorunlarına işaret etmektedir. Öğrenciler ölçme araçlarının çeşitliliğini büyük ölçüde olumlu bulmuşlardır. Quizlerin yaygınlığı öğrencilerin derse sürekli hazırlıklı olmalarını sağlamış ve bu da kalıcı öğrenmeye katkı sunmuştur. Ancak bazı öğrenciler quiz sisteminin katı uygulandığını ve yoklamaya dayalı adaletsizliklere neden olduğunu ifade etmiştir. Bu da esneklik ve öğrenci ihtiyaçlarının bireysel farklılıklarına göre yeniden gözden geçirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Öğretim programının amaç ve hedef boyutuyla ilgili soruya verilen cevaplar incelendiğinde, tüm öğretmen adaylarının bu dersi almalarından memnun oldukları ve mesleki bilgi ve becerilerine katkı sağladığını düşündükleri anlaşılmıştır. Bu durumu S1; *“Bu dersle beraber matematiğe bakış açım değişti. Yani daha böyle günlük hayatla ilişkilendirdim. Yani gerçekten ufkum çok açıldı. Bir de modelleme etkinliklerini hem bizim için hem arkadaşlarımızın için ilerisi için güzel bir alternatif oldu...”* şeklinde, S2; *“Öğretmenlik açısından benim bilgi ve becerilerini geliştirmeye katkı sağladı...”* şeklinde, S4; *“Gelecekteki hayatımda da nasip olursa, öğretmen olursam matematiksel modelleme, teknolojiyi çok etkin kullanacağım. Çünkü bunların öğrencilerin matematiği öğrenme düzeylerini çok arttırdığını düşünüyorum. Çünkü zaten zamanımızda hani bu zamanın gençleri diyeyim, öğrencileri diyeyim, tabletle, bilgisayarla çok fazla haşır neşir oldukları için ders çalışmayı unutuyorlar, yoruluyorlar, sıkılıyorlar. Dersin başına gelince böyle eğlenceli uygulamaların olması, öğrencinin matematiğe olan ilgisini çok arttırdığını düşünüyorum ve gerçekten yeterli olduğunu düşünüyorum...”* şeklinde, S10; *“Şöyle matematiksel modelleme dersi aldığım için mutluyum. Çünkü bizim fakültemizde görüş olarak şu şekilde düşünüyorum. Fazla eğitim*

dersi var. Ona rağmen bu tarz derslerin olmasını çok seviyorum. Ama şöyle dersimizin başlangıçta ilk haftalarında PDF okumamız oldu. Bu tabi ki gerekli ama ben sevmiyorum çok fazla. Biz bir dersimizde tahtaya matematiksel modelleme yapmıştık. O kısımda daha bir hoşuma gitti...” şeklinde iken S11 ise “Öncelikle matematiksel modelleme kavramıyla ben yeni bu yıl tanıştım. Önceden lisede olsun, ortaokulda olsun hiç böyle bir kavramla böyle bir derste bağlantım yoktu, duymamıştım. Üniversitede de bu dersi görünce tanımı benim çok hoşuma gitti. Hani gerçek hayat problemlerini matematiksel yöntemler kullanarak analiz etme falan. Matematikte de gerçek hayatta çok ihtiyaç duyduğumuz için arkadaşlarımız benim de matematiksel modelleme ile ilgili örnekler yapmıştık. Orada da gördüğümüz gibi gerçek hayatla çok bağlantılı. Bu konuda çok güzel bir ders aslında. Fakat bazı matematiksel modelleme problemlerinin çözümlerinin çok zor olduğunu düşünüyorum. Yani soruyu anlıyoruz. Evet bir problemten bahsediyor, problemi anlıyoruz ama çözüm için nasıl bir yol geliştirebileceğim konusunda ben de henüz kendimi yetkin hissetmiyorum...” şeklinde açıklamıştır.

Öğretim programının öğrenme öğretmen yaşantıları boyutuyla ilgili soruya verilen cevaplar incelendiğinde, öğretmen adaylarının dersin ilk birkaç haftası teorik kısım haricinde öğrenci merkezli olduğunu düşündükleri ve dersin amacına yönelik yeterli öğrenme öğretmen yaşantılarının uygulandığını düşündükleri anlaşılmıştır. S1 bu durumu “Güzeldi yani sıkıcı falan değildi yani öğrenebildin, eğlenebildin eğlenceliydi yani. Sunum şeklinde ilerleyen kısımlar yani slayttan okuyarak anlatıldı o biraz eksik kısmıydı...” şeklinde, S5 ise “Dersin işlenişinin güzel olduğunu düşünüyorum. Hoca bize dersle ilgili olan gerekli kavramları öğrettiğini verdiğini düşünüyorum. Fakat çok fazla sözel bilgi vardı. Slaytlar çok aşırı sözel bilgiden oluşuyordu. Onlar belki biraz daha sınırlandırılabilir. Yani biraz daha özet bilgiler, net bilgiler, öğrencinin anlaması için daha kısa bilgiler verilebilirdi...” şeklinde ve S11 ise “Dersin işlenişi güzeldi. Aslında çok yoğundu. O biraz bizi yordu tabii ki ama güzeldi bayağı. Herkes sizler çok planlı programlı bir şekilde geldiniz. Bu bizim için çok önemli. Çünkü bazı hocalarda görüyoruz. Çoğu derslerinde ne yapacağını bilmiyoruz. Kendi kafalarına göre değil, kendi kafalarına göre hareket ediyorlar. Biz onların ne yapacağından, nasıl bir yol izleyeceğinden haberdar değiliz. Ama siz bunu söylediniz bize başta. Model oluşturma etkinlikleriyle vs. bunu biliyorduk. Gayet programlı bir şekilde ilerledi. Dersin işlenişi güzeldi, sadece yoğundu onu söyleyebilirim...” şeklinde açıklamıştır. Ancak bazı öğretmen adaylarının derste çözülen modelleme etkinliklerinin yeterli olmadığını daha fazla etkinlik çözmenin onlar için daha faydalı olacağını düşündüklerini belirtmişlerdir. S4 bu konuyu “...hani bir sürü ezber konular var bunlardan ziyade bence hani etkinliklerin daha çok yapılması daha etkili olurdu diye düşünüyorum...” şeklinde açıklamıştır. S8 ise “...oradan harcayacağımız

vakitte örnekleri çoğaltıp daha çok örneği beraber çalışmak çözmek daha mantıklı olurdu diye düşünüyorum...” şeklinde açıklamıştır.

Öğretim programının ölçme ve değerlendirme boyutuyla ilgili soruya verilen cevaplar incelendiğinde, öğretmen adaylarının genelinin ölçme ve değerlendirme boyutunun çeşitlendirilmesinden memnun oldukları, yapılan quiz sınavlarının hazırbulunuşluk düzeylerini artırdıkları ve bu durumun öğrencilerin derste göstermiş oldukları başarıları belirlemede yeterli olduğu görüşünün ağır bastığı görülmüştür. S1 bu durumu “*Gerçekten çok farklı yöntemlerle değerlendirme yapıldı. O konuda iyiydi yani sadece bir vizeye, bir finale girip sonucumuzu öğrenmedik. Dönemin içine yayılmıştı. Her hafta quiz olduk ama mesela bir hafta hasta olsan, gelemezsen o krize mecburen giremediğim için eksik bir not alıyordum. O eksi yönüydü ama genelde her hafta ders çalışmam gerekiyor. Her hafta quiz var. Hem derse hâkim oluyorsun, ders çalışıyorsun her hafta. Yani daha kalıcı oluyor öğrenmen.*” şeklinde açıklamıştır. Benzer şekilde S4 bu durumu “*...Ben yeterli olduğunu düşünüyorum. Çünkü hani belli kriterlere göre değerlendirildik. Bu kriterlerin hepsi de bizim yaptığımız çalışmalar ve ders içindeki tutum, davranış, grup çalışmasındaki özverimiz, çalıştığımız sınıf anındaki anlatımımız bunların hepsi etkili olduğu için bence yeterli bir değerlendirme ölçeğinde değerlendirdiğini söyleyebilirim...*” yine benzer şekilde S5 “*...her hafta derse hazırlıklı gelmek lazım. Çünkü quizler oluyordu vizeye kadar. Yani mesela bu kavramın ne işleneceğini bilmemiz lazım. Ya da önceki hafta ne işledik buna bakmamız lazım. Yani genelde öğrenciler sadece sınava yakın çalışmaya başlar. Ama bu quizler hocanın verdiği formda yani puanlamada çok etkili olduğu için, değerlendirmemiz de çok etkili olduğu için yani yeterli olduğunu düşünüyorum. Hem quizler hem ödevler yani bu konuda sürekli düzenli çalışmaya bizi teşvik etti. Bizi düzenli çalışmaya teşvik ettiği için sürekli çalıştık ve bilgilerin kalıcılığı arttı. Mesela vizede çalıştığım ya da vizeden önce çalıştığım konular sürekli tekrar ettiğim için sınava gelmeden önce hala aklımdaydı. Yani finalde çok fazla çalışmaya ihtiyaç duymadım...*” şeklinde açıklamıştır. Yine S10 bu durumu “*Değerlendirme kısmının çeşitliliği güzeldi çünkü sadece bir sınava yönelik çalışıp girmedik. Bir ödev hazırladık, bir quiz yapıldı, bir çevrimiçi quiz yapıldı. Ondan sonra makaleler tarandı. O yüzden o kısmı güzeldi...*” şeklinde cevaplamıştır.

Ölçme ve değerlendirme etkinliklerinin yeterli olmadığını düşünen öğrencilerin cevapları incelendiğinde ise öğrencilerin dersin belirli haftalarında ders başında yapılan quiz sınavlarından memnun olmadıkları anlaşılmıştır. S6 bu durumu “*Bence tam anlamıyla yeterli sayılmaz. Çünkü ben derste katılmadığım zaman ölçme ve değerlendirme dışı kalıyorum. Ama derse katılmama hakkını bana tanıyan üniversite. Derse gelmezsem quize giremem...*” şeklinde açıklarken benzer şekilde S3, S6 gibi genel durumdan memnunken quiz

sınavlarından dert yanmaktadır. S3 cevabında “*Şöyle quiz noktasında katılmıyorum çünkü quiz işleri biraz sıkıntılı oldu. Hani 60 kişilik kişi sınıfta 30 puan alabildi. Kalan 30 da nasıl puan aldı? Bundan dolayı bir sıkıntı yaşandı oradaki puanlar açısından. Onun dışında ödev verilmesi, böyle bir makale çalışması yapmamız bizim için hoştu, güzeldi. Quiz şöyle faydalıydı aslında hani derse hazır geliyorduk okuma yapmamız için zaten hazır geliyorduk hani o bakımdan güzeldi...*” şeklinde açıklamıştır.

Öğretmen adaylarının tamamı, matematiksel modelleme dersinin hem bireysel gelişimlerine hem de öğretmenlik yeterliklerine ciddi katkılar sunduğunu belirtmiştir. Özellikle dersin matematiksel düşünceyi günlük yaşamla ilişkilendirme becerisine katkı sağladığı ve bakış açılarını değiştirdiği sıkça vurgulanmıştır. Bu durum, öğretim programının amaçlar boyutunun büyük ölçüde karşılandığını göstermektedir (S1, S2, S4, S10, S11). Katılımcıların çoğu dersin öğrenci merkezli ve etkileşimli ilerlediğini dile getirmiştir. Örneğin, S4, modellemenin teknolojiyi etkin kullanarak öğrencilerin öğrenme düzeylerini artıracaklarını ve eğlenceli uygulamaların matematiğe olan ilgiyi artırdığını düşünmektedir. S11 ise, dersin gerçek hayatla bağlantısının çok güzel olduğunu ancak bazı modelleme problemlerinin çözümlerinin zor olduğunu ve henüz kendini yetkin hissetmediğini ifade etmiştir.

Bununla birlikte, dersin uygulanışında bazı yapısal eksiklikler de göze çarpmaktadır. Özellikle slayt içeriklerinin fazlasıyla teorik olması ve etkinlik sayısının azlığı, derse olan ilgiyi zaman zaman olumsuz etkilemiştir (S1, S5, S11). Öğretmen adayları, teorik bilgilerin daha özet ve net verilmesini, ezber konular yerine daha fazla etkinlik yapılmasını önermişlerdir (S4, S8). Bu durum, öğretim tasarımında denge sorunlarına işaret etmektedir.

Ölçme araçlarının çeşitliliğini ise öğretmen adayları büyük ölçüde olumlu bulmuşlardır. Özellikle quizlerin yaygınlığı, öğrencilerin derse sürekli hazırlıklı olmalarını sağlamış ve bu da kalıcı öğrenmeye katkı sunmuştur (S1, S4, S5, S10). Öğrenciler, sadece vize ve finale bağlı kalmamanın ve döneme yayılmış değerlendirmenin motivasyonu artırdığını belirtmişlerdir. Ancak, bazı öğrenciler quiz sisteminin katı uygulandığını ve devamsızlığa dayalı adaletsizliklere neden olduğunu ifade etmiştir (S1, S3, S6). Bu da esneklik ve öğrenci ihtiyaçlarının bireysel farklılıklarına göre yeniden gözden geçirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Hazırlanan ve Uygulaması Yapılan Matematiksel Modelleme Dersi Öğretim Programı Tasarısına Yönelik Gözlem Formuna Ait Bulgular

Gözlem formu uygulama boyunca her hafta ders sürecinde ve sonunda araştırmacı ve bir uzman tarafından dersin gözlemlenmesi amacıyla doldurulan formdur. Bu gözlem

formunda amaç, içerik, öğrenme öğretme yaşantıları ve değerlendirme boyutları gözlem formunun alt boyutlarını oluşturmaktadır. Formda, ayrıca ortamın fiziksel ve psikolojik özellikleri ile zaman yönetimine ilişkin sorulara da yer verilmiştir. Gözlem formunda elde edilen verilerden bir sonraki ders ve eylem planlarının geliştirilmesinde yararlanılmasının yanı sıra daha çok veri çeşitliliğinin ve dolayısıyla araştırmanın inandırıcılığının sağlanması aşamasında yararlanılmıştır.

Gözlem formunun ilk sorusuna yönelik araştırmacının cevapları ile uzmanın cevaplarının birbiriyle paralellik oluşturduğu görülmüştür. İlk soruya araştırmacı; dersin başlarında hocanın önceki haftalarda anlattığı konuyu sorduğu, öğrencilerden yanıtlar beklediği ve yanıtlara göre kısa bir tekrar yaptığı, bazı derslere quiz sınavı yaparak başladığını belirtmiştir. Uzman ise yine benzer şekilde bazı derslere quiz ile başlamanın öğrenci hazırbulunuşluğunu artırdığını, önceki hafta anlatılan konuların kısa bir tekrarının yapıldığını belirtmiştir. Dersin öğrenme öğretmen sürecine yönelik görüşlerin sorulduğu ikinci soruya araştırmacı; öğrenci merkezli uygulamalara yer verildiğini, konuların bilgi kısımlarının tahtaya yansıtılarak anlatıldığını ve bu durumda bazı öğrencilerin sıkıldığını gözlemlediğini belirtmiştir. Araştırmacının bu görüşünün uygulama sonrası öğretmen adaylarıyla yapılan mülakatlardaki adayların benzer cevaplarını desteklediği görülmektedir. Dersi takip eden uzmanın ikinci soruya verdiği cevapta günlük hayat problemlerinin çözümü sırasında öğrencilerin aktif katılımının gözlemlendiği, öğrenme öğretmen sürecinin genel olarak öğrenci merkezli ve ilgi çekici olduğunu belirtmiştir. Bu görüş yine öğretmen adaylarıyla yapılan mülakatlarda elde edilen bulgulara paralellik göstermektedir.

Derste kullanılan öğretim materyaliyle ilgili görüşün sorulduğu üçüncü soruya araştırmacı dersin genelde projeksiyon yardımıyla tahtaya yansıtılarak ve bilgisayar üzerinden anlatıldığını, bazı modelleme sorularının çözümünde tahtadan faydalandığını, modelleme etkinliklerinin öğretmen adaylarına uygun olarak seçildiğini belirtmiştir. Uzman gözleminde ise ilk haftaların teorik bilgilerin aktarılması nedeniyle slaytlar yardımıyla tahtaya yansıtıldığını ilerleyen haftalarda ise modelleme etkinliklerinin çözümünde yazılı materyallerden de faydalandığını belirtmişlerdir. Bu görüşler yine öğretmen adaylarıyla yapılan mülakat görüşmelerinde elde edilen bulgulara benzerlik göstermektedir. Öğrenci katılımına ilişkin gözlem sonuçlarının sorulduğu dördüncü soruya araştırmacı; öğrencilerin ilk bir hafta haricinde sorulara cevap vermeye çok hevesli olduklarını, dersin öğrencilerle birlikte yürütüldüğünü, modelleme etkinlikleri çözülürken öğretmen adaylarının aktif katılım sağladıklarını ve kendi hazırladıkları etkinlikleri ve çözümlerini sunarken hevesli ve heyecanlı olduklarını belirtmiştir. Uzman ise; derse katılımın yeterli olduğunu ancak öğrencilerde bazı

sorulara cevap verirken çekingenlik yaşadıklarını ifade etmiştir. Öğretmen adaylarıyla yapılan mülakatta ise genel düşüncenin gözlem verilerine benzer olduğu bazı öğrencilerin hazırladıkları etkinlikleri hazırlarken zorlandıkları ancak sunarken çok zorlanmadıklarını belirttiği görülmüştür.

Derse ilişkin öğrenme çıktılarının kazandırılmasına ilişkin yöneltilen soruya araştırmacı ve uzmanın; öğretmen adaylarının derslere quiz sınavlarından ötürü hazırlıklı gelmeleri, ders esnasında sorulan sorular ve verilen cevaplara bakıldığında öğrenme çıktılarının büyük çoğunluğunun kazandırılmış olduğunun görüldüğünü belirtmişlerdir. Ayrıca dönem sonunda öğretmen adayları hazırlanan etkinliklerin de bu görüşe destek verdiği belirtilmiştir. Dersin değerlendirme bölümüne yönelik görüşlerin sorulduğu altıncı soruya araştırmacı ve uzman benzer cevaplar vermişlerdir. Derste bazı haftalarda yapılan quiz sınavları, web 2.0 araçlarıyla yapılan değerlendirme sınavları, verilen iki ödev, dönem sonu ödevi ile vize sınavı ve final sınavının değerlendirme kısmını çeşitlendirdiği ve daha etkin hale getirdiği görüşünü belirtmişlerdir. Bu cevaplar yine öğretmen adaylarıyla uygulama sonunda yapılan mülakat bulgularıyla örtüşmektedir.

Ortamın fiziksel ve psikolojik özelliklerinin sorulduğu yedinci soruya verilen cevaplar incelendiğinde hem araştırmacı hem de uzmanın ortamın fiziksel özelliklerinde herhangi bir sorun olmadığı gerek ışık gerek ses gerekse sıcaklık olarak ortamın ders işlemeye uygun olduğu, ayrıca öğretmen adaylarının ders esnasında rahat davranabildikleri özgürce düşüncelerini belirttikleri ve bu konuda dersin hocasının tavrının önemli ve değerli olduğunu belirtmişlerdir. Derste zaman yönetiminin sorulduğu son soruda ise araştırmacı ve uzmanın zaman ile ilgili bir sorunla karşılaşmadıkları, yeteri kadar modelleme etkinliğinin çözülebildiğini belirttikleri görülmektedir. Ancak öğretmen adaylarıyla yapılan mülakatta öğretmen adaylarından bazılarının çözümü gösterilen modelleme etkinliklerini yeterli bulmadıkları görülmüştür.

Hazırlanan ve Uygulaması Yapılan Matematiksel Modelleme Dersi Öğretim Programı Tasarısına Yönelik Uzman Görüşlerine Yönelik Bulgular

Araştırmada tasarlanan öğretim programı taslağını görüşmek üzere eğitim programı alanında ve matematiksel modelleme alanında uzman on öğretim elemanının katıldığı çevrimiçi bir çalıştay düzenlenmiştir. Program tasarısı çalıştayda sunulmuş, çalıştaya katılan uzmanlar tarafından ortaya konan görüşler dikkate alınarak gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Geliştirilen öğretim programı tasarısında gerçekleştirilen düzenlemeler şu şekildedir:

- Programın dayandığı eğitim felsefesi, temele alınan eğitim kuramları açıkça belirtilmiştir.

- Öğretim programının amacı bölümüne matematiksel modelleme ve STEM ilişkisi ile ilgili kısımlar eklenmiştir.
- Öğrenme çıktıları sayısı 18'den 14'e düşürülmüştür. "Ö.Ç.9. Matematiksel modelleme ve STEM ilişkisini kavrar" ve "Ö.Ç.14. Öğrencilerin modelleme problemlerine ilişkin çözümleri ile modelleme beceri ve yeterliklerini değerlendirebilir." öğrenme çıktıları hedeflenen öğrenme çıktılarına eklenmiştir.
- Bazı öğrenme çıktılarının yerleri değiştirilmiştir.
- Geliştirilen programın ihtiyaç analizi süreciyle ilgili bilgiler program tasarısına eklenmiştir. İhtiyaç analizi bulgularının çok fazla olması program tasarımının amacına aykırı olacağı düşüncesiyle program tasarısı metnine eklenmemiştir. İlgili kısımlara tez çalışmasında yer verilmiştir.
- Programda kazandırılması öngörülen beceri sayısı artırılarak 16'dan 21'ye çıkarılmıştır.
- Programda kazandırılması öngörülen becerilere "modelleme becerisi" eklenmiştir.
- Programda kazandırılması öngörülen beceriler sadeleştirilmiş ve her becerinin kazandırılması sırasında matematiksel modellemeyle nasıl ilişkilendirileceği açıklanmıştır.
- İçerik kısmı sadeleştirilmiş ve öğrenme çıktıları ile paralel hale getirilmiştir.
- Önerilen kaynaklar kısmına farklı kaynaklar eklenmiş ve yazım şekli değiştirilmiştir.
- Ders izlencesi hazırlanarak haftalık hangi konu başlığının işleneceği, hangi kaynakların okunacağı eklenmiştir. Ayrıca ders izlencesine haftalık yapılacak ölçme değerlendirme işlemleri de eklenmiştir.
- Ders izlencesinde yer alan haftalık modelleme etkinlik önerileri çıkarılmıştır.
- Ders izlencesindeki haftalık okuma görevleri kaynakları APA formatına çevrilmiştir.
- Haftalık ders içerikleri bölümüne alt hedefler eklenmiştir.
- Haftalık ders içerikleri bölümünde öğrenme öğretme süreçleri detaylandırılarak yazılmıştır.
- Haftalık ders içerikleri bölümünün ölçme değerlendirme kısmı detaylandırılmış, örnek ölçme değerlendirme etkinlikleri eklenmiştir.
- Tasarlanan öğretim programında 3 saat olması düşünülen haftalık ders saatinin 2 saate düşürülmesine karar verilmiştir.

- Haftalık ders içerikleri bölümüne matematiksel modelleme etkinlik isimleri yazılmış, etkinlikler ve örnek çözümleri ekler kısmında verilmiştir.
- Her hafta için bir tane planlanan matematiksel modelleme etkinlikleri sayısı artırılmış, her sınıf düzeyinde matematiksel modelleme etkinlikleri ve bazılarının çözümleri eklenerek modelleme etkinlikleri zenginleştirilmiştir.
- Değerlendirme boyutuna yardımcı olması için “Model oluşturma etkinliklerinde öğrenci çözümlerini değerlendirme” formu ekler kısmına eklenmiştir.
- Değerlendirme boyutunda her hafta planlanan quiz sınavlarının bazı haftalarda yapılması önerilmiştir.
- Web 2.0 araçlarından daha fazla yararlanılması önerilmiş, kullanılabilecek web 2.0 araçları tanıtılmıştır.
- Ölçme ve değerlendirme için quiz, vize ve final sınavı örnek araçlar eklenmiştir.
- Ölçme değerlendirme etkinlikleri ve etki düzeyleri güncellenmiştir.
- Programın yazım dili, kelime hataları ve gösterim hataları gibi evrak üzerinde ki maddi hatalar giderilmiştir.

Çeşitli uzmanlardan oluşan bir grubun dahil olduğu tekrarlı bir süreçle, taslak matematiksel modelleme eğitimi programı önemli ölçüde geliştirilmiştir. Program tasarısı, eğitim ve öğrenme psikolojisi uzmanları ve matematik eğitimi uzmanları tarafından titiz bir incelemeye tabi tutulmuştur. Geri bildirimlerinin ardından, program tasarısı hedeflerini açıklığa kavuşturmak, bilişsel, duygusal ve psikomotor alanlarla uyumluluğunu sağlamak için revize edilmiştir. İki öğretim uzmanı tarafından onaylanan son taslak, program geliştirme alanına önemli ve gerekli bir katkı sağladığı konusunda uzmanlar arasında fikir birliğine varılmıştır.

Programın Genel Amaçları ve Öğrenme Çıktılarının Belirlenmesi

Programın Genel Amaçları

Bologna süreci ile yükseköğretimde öngörülen beceri ve yeterlikler ile Öğretmen Geliştirme ve Yetiştirme Genel Müdürlüğü tarafından istenen öğretmenlik mesleği genel yeterlikleri göz önüne alındığında matematik öğretmenin yeterliklerinden birisi de modelleme becerisine sahip olma ve bu becerileri sınıftaki öğrencilere kazandırabilecek şekilde süreci planlama, düzenleme ve uygulama yapabilmesidir. Matematik öğretmeni yetiştiren yükseköğretim kurumlarında öğretmen adaylarına modelleme yeterliklerinin kazandırılması gerekmektedir. Matematiksel modelleme, matematik öğretmenlerinin kendi matematik anlayışlarını geliştirmelerine, öğrencilere soyut kavramları somut örneklerle

açıklama imkânı sunmalarına ve öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerini güçlendirmelerine yardımcı olur. Bu yöntem, öğrencilerin yaratıcı ve eleştirel düşüncelerini teşvik ederken, teknolojiyi de etkin bir şekilde öğretim süreçlerine entegre etmeyi sağlar. Bu sayede, matematik öğretmenleri, öğrencilerine daha etkili ve anlamlı bir matematik eğitimi sunabilirler.

Bu kapsamda program tasarısı ile matematiksel modelleme dersi alan öğretmen adayının matematiksel modelleme ile ilgili kavramları bilmesi, modelleme perspektiflerini ve etkinlik özelliklerini açıklayabilmesi, matematiksel modellemenin öğretim programlarındaki yerinin farkında olması beklenmektedir. Ayrıca süreç sonunda öğretmen adayının matematiksel modellemenin sınıf içi uygulamalarını bilmesi, matematiksel modellemeye yönelik etkinlik ve problem durumlarını çözmesi, matematiksel modellemeye yönelik zorlukları ve çözüm önerilerini açıklaması beklenmektedir. Matematik öğretiminde kullanılabilecek modelleme soruları tasarlayıp gerçek sınıf ortamında uygulayabilmesi, gerekli olduğunda uygun teknolojileri kullanabilmesi ve öğrencilerin modelleme problemlerine ilişkin çözümleri ile modelleme beceri ve yeterliklerini değerlendirebilmesi de yine kazandırılması beklenen beceriler arasındadır.

Matematiksel modelleme ile öğretim mevcut öğretim sürecinden farklıdır. Öğretmenin öğrenci düşüncelerini dinleyen ve takip eden bir rolde olması önemlidir. Öğretmen, modelleme sürecinde öğrencilerin değişen düşüncelerine bağlı olarak farklı yaklaşımlar geliştirebileceğini göz önünde bulundurmalıdır. Bu süreçte, öğretmen öğrencilerin çeşitliliğini fark edebilmeli, onları anlayabilmeli ve verdikleri farklı yanıtları yorumlayarak yanlışları düzeltebilmelidir. Matematiksel modelleme uygulamalarını anlamak, etkili STEM eğitimi için kritik öneme sahiptir, çünkü matematiksel analiz tüm STEM alanlarında bulunabilir. Öğrencilerin tasarım performansını tahmin etmek ve değerlendirmek için matematiksel modellemenin kullanılması şarttır. Ayrıca öğretmen öğrencilerin bağımsız çalışmalarını destekleyen müdahalede bulunabilmeli ve uygun ortamlarla süreci yönetmelerine yardımcı olabilmelidir. Bu öğretmen yeterliklerinin kazandırılması amacıyla hazırlanan program tasarısı matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme sürecini anlayabilmeleri, uygulamaya rehberlik edebilmesi ve sonuçlandırabilmeleri için önerilerde bulunmaktadır.

Programda Kazandırılması Öngörülen Beceriler

Matematiksel Modelleme Becerisi. Matematiksel modelleme becerisi, gerçek dünyadaki karmaşık durumları, olayları veya sistemleri basitleştirerek matematiksel ifadeler ve ilişkilerle temsil etme ve bu temsiller üzerinden analiz yapma, tahminlerde bulunma ve karar verme sürecidir. Bu beceri, bireylere, olayların altında yatan temel mekanizmaları

anlamalarını, gelecekteki durumları tahmin etmelerini ve bu doğrultuda etkili kararlar almalarını sağlar. Matematiksel modelleme, günümüz dünyasında birçok alanda kullanılan güçlü bir araçtır. Bu beceriyi geliştirmek, bireylerin karmaşık problemleri anlamalarına, daha iyi kararlar almalarına ve geleceği şekillendirmelerine olanak tanır.

Problem Çözme ve Kurma Becerisi. Problem, zihni karıştıran ve inancı belirsizleştiren durumlar olarak tanımlandığında, problem çözme süreci, bu belirsizlikleri ortadan kaldırmayı hedefler. Bir problemle karşılaşıldığında, sorunu çözmek için durumun detaylı bir analizini yapmak, gerekli bilgileri toplamak, bu bilgiler arasından çözüme yönlendirebilecek olanları seçmek ve seçilen bilgileri uygun bir şekilde düzenleyerek kullanmak gerekir. Problem çözme becerisi, bireyin günlük yaşamda, iş hayatında ve kişisel gelişiminde önemli bir rol oynar. Bu beceriyi geliştirmek, etkili çözümler üretebilmek ve daha başarılı bir yaşam sürmek için kritik bir adımdır. Problem kurma becerisi ise bir bireyin çeşitli durumları veya senaryoları analiz ederek, içerdikleri zorlukları veya çözülmesi gereken sorunları tanımlama ve ifade etme yeteneğini vurgular. Bu beceri, çeşitli bağlamlarda, özellikle iş, eğitim ve yaşamın çeşitli alanlarında, yeni ve özgün problemleri tanımlama yeteneğini içerir. Matematiksel modelleme öncelikle bir problemin doğru bir şekilde tanımlanmasını gerektirir. Problemi anlamak, detayları ve hedefleri belirlemek, problem çözme sürecinin ilk adımlarından biridir. Matematiksel modelleme sürecinde, mevcut verilerin analiz edilmesi ve değerlendirilmesi önemlidir. Doğru verilerin kullanılması, problem çözme sürecinde doğru kararlar almayı sağlar ve farklı çözüm yollarını keşfetmeyi teşvik eder. Farklı matematiksel ifadelerin veya yöntemlerin kullanılması, problemin farklı açılardan ele alınmasını sağlar. Matematiksel modelleme problem çözme becerilerini geliştirmek için güçlü bir araç sağlar. Matematiksel modelleme etkinliklerine katılarak öğrenciler eleştirel düşünmeyi, mantıksal akıl yürütmeyi ve bilgilerini çok çeşitli sorunları çözmek için uygulamayı öğrenirler.

Yaratıcılık Becerisi. Yaratıcılık, yeni ve özgün fikirler üretebilme yeteneğini ifade eder. Bu beceri, esnek düşünme, problem çözme, inovasyon ve orijinal düşünme yeteneklerini içerir. Yaratıcılık, farklı bağlamlarda ve disiplinler arasında uygulanabilen çok yönlü bir beceridir. Matematiksel modelleme, sadece standart çözüm yollarını kullanmak yerine, problemlere yenilikçi ve etkili çözümler bulmayı teşvik eder. Bir matematiksel model oluştururken, problemi farklı açılardan ele almak ve beklenmedik çözüm yolları bulmak gerekebilir. Bu süreç, yaratıcılığı teşvik eder ve yeni bakış açıları geliştirmeye yardımcı olabilir.

Eleştirel Düşünme Becerisi. Eleştirel düşünme becerisi, bireyin mantıklı, sistematik ve bağımsız bir şekilde düşünebilme yeteneğini ifade eder. Eleştirel düşünme; bilgiyi değerlendirme, çeşitli görüşleri analiz etme, doğru sonuçlara ulaşma ve problem çözme sürecini etkin bir şekilde sürdürebilme yeteneğini içerir. Matematiksel modelleme, karmaşık problemleri çözmek için eleştirel düşünmeyi gerektirir. Bir problemi analiz ederken, doğru soruları sormak, verileri değerlendirmek ve sonuçlara mantıklı bir şekilde ulaşmak önemlidir. Bir problemi parçalara ayırma, her bir parçayı ayrı ayrı ele alma ve sonra tüm parçaları bir araya getirme becerisi, eleştirel düşünmenin önemli bir parçasıdır. Modelleme sürecinde, mevcut verileri eleştirel bir şekilde değerlendirmek önemlidir. Verilerin doğruluğunu kontrol etmek, eksik veya yanıltıcı verileri tanımlamak ve bu verileri kullanarak doğru sonuçlara ulaşmak, eleştirel düşünme becerisini gerektirir.

İletişim ve İş Birliği Becerisi. İletişim ve iş birliği becerisi, bireylerin etkili bir şekilde iletişim kurabilme ve bir ekip içinde iş birliği yapabilme yeteneklerini ifade eder. Bu beceriler, kişisel, profesyonel ve sosyal başarı için kritik öneme sahiptir. Bu beceriler, iş hayatında, eğitimde, sosyal ilişkilerde ve birçok diğer bağlamda başarıyı etkiler. İletişim ve iş birliği becerilerini geliştirmek, bireylerin daha etkili ve sağlıklı ilişkiler kurmalarına, daha verimli çalışmalarına ve karşılıklı anlayışı artırmalarına yardımcı olabilir. Matematiksel modelleme genellikle karmaşık problemleri çözmek için ekip çalışması gerektiren bir süreçtir. Bu nedenle, iletişim ve iş birliği becerileri matematiksel modellemenin etkin bir şekilde uygulanmasında kritik öneme sahiptir. Bu süreçte, ekip üyeleri arasında fikir alışverişi yapmak, çözüm yollarını değerlendirmek ve sonuçları analiz etmek için iş birliği ve iletişim becerilerine ihtiyaç vardır.

Bilgi Teknolojilerini Kullanma Becerisi. Bilgi teknolojilerini kullanma becerisi, bireyin güncel bilgi teknolojilerini etkili bir şekilde kullanabilme yeteneğini ifade eder. Bu beceri, bilgisayarlar, yazılımlar, internet ve diğer dijital araçları kapsar. Bilgi teknolojilerini kullanma becerisi, kişisel, akademik ve profesyonel yaşamda önemlidir. Bilgi teknolojilerini kullanma becerisi, günümüzde pek çok iş ve yaşam alanında temel bir gereklilik haline gelmiştir. Bu beceriyi geliştirmek, bireyin daha etkili bir şekilde çalışmasını, bilgiye erişimini artırmasını ve modern yaşamın gereksinimlerine uyum sağlamasına katkıda bulunur. Bilgi teknolojileri, matematiksel modellemenin uygulanmasını kolaylaştırır, veri analizi ve çözümleme süreçlerini hızlandırır ve sonuçları görselleştirme ve paylaşma imkânı sağlar. Bilgi teknolojileri, büyük veri kümelerini analiz etmek ve modelleme için gereken verileri toplamak için kullanılabilir. Bu, matematiksel modellerin daha doğru ve kapsamlı olmasını sağlar. Özel yazılımlar ve programlama dilleri, karmaşık matematiksel modellerin

oluşturulmasını ve analiz edilmesini sağlar. Matematiksel modellerin simülasyonlarını çalıştırmak ve gelecekteki durumları tahmin etmek için kullanılabilir. Ayrıca bilgi teknolojileri, matematiksel modellerin sonuçlarını görselleştirmek ve paylaşmak için kullanılabilir. Grafikler, tablolar ve interaktif araçlar kullanarak, model sonuçlarının anlaşılması ve yorumlanması kolaylaşır.

Esneklik ve Uyum Becerisi. Esneklik ve uyum becerisi, bireyin değişen koşullara hızlı ve etkili bir şekilde adapte olabilme yeteneğini ifade eder. Günümüzde, hızlı değişen eğitim sistemleri, teknolojik ilerlemeler ve toplumsal değişimler, esneklik ve uyum yeteneğini vurgulayan önemli özellikler haline gelmiştir. Esneklik ve uyum becerisi, bireyin kişisel gelişimini, iş başarısını ve genel yaşam memnuniyetini olumlu yönde etkileyebilir. Bu beceriler, belirsizliklerle başa çıkmada, değişen iş ve eğitim taleplerine uyum sağlamada ve çeşitli yaşam zorluklarıyla başa çıkma süreçlerinde kilit öneme sahiptir. Matematiksel modelleme sürecinde, beklenmedik sorunlarla karşılaşılabilir ve planlar değişebilir, verilerin değişebileceği veya koşulların farklılaşabileceği durumlarla karşılaşılabilir. Bu durumda, esneklik ve uyum becerileri, yeni çözüm yolları bulmak ve hedeflere ulaşmak için önemlidir. Matematiksel modelleme genellikle ekip çalışması gerektirir. Bu durumda, esneklik ve uyum becerileri, diğer ekip üyeleriyle etkili bir şekilde iletişim kurmak, fikir alışverişinde bulunmak ve ortak bir çözüm bulmak için önemlidir.

Güven ve Öz Yönetim Becerisi. Güven ve öz yönetim, bireyin kendisine duyduğu güveni inşa etme ve yaşamında etkili bir şekilde yönetme yeteneğini içeren önemli becerilerdendir. İş, eğitim ve kişisel yaşamda başarı, sağlıklı ilişkiler ve kişisel gelişim açısından bu iki unsuru dengelemek ve geliştirmek önemlidir. Güven ve öz yönetim, bireyin kendisiyle ve çevresiyle sağlıklı bir şekilde etkileşimde bulunmasına yardımcı olur. Bu beceriler, kişinin hedeflerine ulaşmasını, zorlukları aşmasını ve yaşam kalitesini artırmasını destekler. İş birliği, liderlik ve etkileşim becerilerini güçlendirebilir, dolayısıyla kişinin genel yaşam başarısını artırabilir. Matematiksel modelleme sürecinde, karmaşık problemlerle karşılaşılabilir. Bu durumda, güven duygusu, problemi çözmek için gereken adımları atmada ve karar vermede önemlidir. Matematiksel modelleme sürecinde, başarılı olmak için kendine güvenmek ve inanmak önemlidir. Bu, problemleri çözmeye yönelik motivasyonu artırabilir ve daha etkili bir şekilde çalışmaya yardımcı olabilir ve modelleme süreci zaman alıcı ve sabır gerektiren bir süreç olabilir. Bu süreçte, öz yönetim becerileri, zamanı etkili bir şekilde kullanma, motivasyonu koruma ve hedeflere odaklanma konusunda önemlidir.

Liderlik ve Sorumluluk Becerisi. Liderlik becerisi, bir bireyin diğlerleri üzerinde etkili bir şekilde rehberlik etme, kararlar alma ve organizasyonel hedeflere ulaşma sürecinde öncülük etme yeteneğini içerir. Sorumluluk becerisi ise bireyin üzerine düşen görevleri yerine getirme, kararlarının sonuçlarına katlanma ve genel olarak etik bir sorumluluk anlayışına sahip olma yeteneğini kapsar. Liderlik ve sorumluluk becerilerinin bir arada kullanılması, bireyin hem etkili bir lider olabilmesi hem de organizasyonel sorumlulukları yerine getirebilmesi anlamına gelir. Matematiksel modelleme sürecinde, liderlik becerileri, bir ekip yönetmek ve problemlere etkili çözümler bulmak için gereklidir. Liderlik, ekip üyelerini motive etmek, işleri koordine etmek ve doğru kararları almak için önemlidir. Matematiksel modelleme sürecinde, sorumluluk duygusu, problemleri çözmek için gereken adımları atma ve karar verme becerisini içerir. Sorumluluk sahibi olmak, başarılı bir şekilde bir projeyi yönetmek için önemlidir.

Sosyal ve Kültürel Beceriler. Sosyal ve kültürel beceriler, bireyin toplumsal ilişkilerde etkili olabilme, farklı kültürleri anlayabilme ve çeşitli sosyal bağlamlarda başarılı bir şekilde iletişim kurabilme yeteneğini ifade eder. Bu beceriler, kişisel ve profesyonel yaşamda başarıyı etkileyebilir. Sosyal ve kültürel beceriler, bireyin etkili iletişim kurmasını, farklı ortamlarda başarılı olmasını ve toplumsal ilişkilerini güçlendirmesini sağlar. Bu beceriler, profesyonel başarı, liderlik, iş birliği ve kültürler arası etkileşimde önemli bir rol oynar. Matematiksel modelleme ile sosyal ve kültürel beceriler arasında dolaylı bir ilişki vardır. Matematiksel modelleme sürecinde, problemin doğru bir şekilde tanımlanması önemlidir. Bu noktada sosyal ve kültürel beceriler, problemi çözebilmek için problemin bağlamını ve etkilerini anlama konusunda yardımcı olabilir. Sosyal ve kültürel beceriler, veri toplama ve analiz sürecinde önemli bir rol oynayabilir. Özellikle sosyal ve kültürel konularda duyarlılık, doğru verilerin toplanması ve analiz edilmesi için gerekli olabilir.

Tahmin Becerisi. Tahmin becerisi, mevcut veriler ve bilgiler temelinde gelecekte olabilecek olayları veya durumları öngörebilme yeteneğidir. Bu beceri; analitik düşünce, gözlem, deneyim ve bağlamı anlama kapasitesiyle ilişkilidir. Tahmin yeteneği, bir konu hakkında bilgi sahibi olma, değişkenleri değerlendirme ve gelecekteki olası senaryoları değerlendirme sürecini içerir. Bu beceri, bireyin ve organizasyonun gelecekteki belirsizliklere karşı daha etkili bir şekilde hazırlıklı olmasına yardımcı olabilir. Matematiksel modeller, genellikle geçmiş verileri kullanarak gelecekteki durumları tahmin etmek için oluşturulur. Bu modeller, gelecekteki olayların olasılıklarını ve sonuçlarını tahmin etmeye yardımcı olabilir.

Rol Oynama Becerisi. Rol oynama becerisi, bir kişinin farklı rolleri canlandırabilme yeteneğini ifade eder. Bu beceri, bireyin kendini bir karakter, durum veya rol içinde gerçekçi bir şekilde ifade edebilme yeteneğini kapsar. Rol oynama, kişisel gelişim, iletişim, empati ve sosyal becerilerin geliştirilmesine katkıda bulunabilir. Rol oynama becerisi, kişinin duygusal zekâ, empati, iletişim ve problem çözme gibi birçok farklı alanındaki yeteneklerini güçlendirebilir. Ayrıca, profesyonel ve kişisel yaşamda çeşitli durumlarla başa çıkma becerisi kazanılmasına da yardımcı olabilir. Matematiksel modelleme sürecinde, öğrencilerin modelleme problemlerindeki paydaşların (mühendis, belediye başkanı, çiftçi vb.) bakış açılarını benimseyerek gerçekçi çözümler üretmesini sağlar. Örneğin, bir tarım verimliliği probleminde öğrenciler çiftçi rolüne bürünerek iklim değişikliği veya maliyet kısıtlarını doğrudan deneyimler. Bu süreç, soyut matematiksel kavramların (oran-orantı, fonksiyonlar) somutlaştırılmasına yardımcı olurken, aynı zamanda empati, takım çalışması ve yaratıcı düşünme becerilerini geliştirir. Modellemenin aşamaları (problemi tanımlama, varsayım oluşturma, çözümü test etme) rol oynama aktiviteleriyle zenginleştirildiğinde, öğrenciler farklı çözüm stratejilerini daha derinlemesine analiz edebilir ve disiplinlerarası bağlantılar kurabilir. Böylece matematiksel modelleme, yalnızca teknik bir süreç olmaktan çıkarak sosyal ve duygusal öğrenmeyi de kapsayan bütüncül bir deneyime dönüşür.

Üretkenlik ve Hesap Verebilirlik Becerisi. Üretkenlik ve hesap verebilirlik, bireyin veya bir organizasyonun iş süreçlerini etkili bir şekilde yönetme, hedeflere ulaşma ve olumlu sonuçlar elde etme yeteneğini ifade eder. Bu iki kavram hem kişisel hem de kurumsal düzeyde başarıyı destekleyen önemli unsurlardır. Hem üretkenlik hem de hesap verebilirlik, bireyin veya organizasyonun etkili bir şekilde yönetilmesini sağlayarak başarıya giden yolda önemli bir rol oynar. Üretken bir çalışma ortamı oluşturmak ve bu üretkenliği ölçmek, aynı zamanda başarıya ulaşmak için hesap verebilirlik ilkesini benimsemek, sürdürülebilir bir performans sağlayabilir. Matematiksel modellerin oluşturulması ve uygulanması sürecinde üretkenlik önemlidir. Bu süreçte, farklı çözüm yollarını hızlı bir şekilde değerlendirmek ve doğru kararları almak için üretkenlik becerilerine ihtiyaç vardır. Hesap verilebilirlik becerileri ise modelin doğruluğunu ve güvenilirliğini sağlamak için gereklidir.

İlişkilendirme Becerisi. İlişkilendirme becerisi; bireylerin birbirleriyle ve çevreleriyle kurdukları ilişkilerde etkili bir şekilde iletişim kurma, empati gösterme ve pozitif etkileşimler yaratma yeteneğini ifade eder. Bu beceri, kişisel ve profesyonel yaşamda sağlıklı ilişkiler kurma ve sürdürme sürecini kapsar. İlişkilendirme becerisi, kişiler arası etkileşimlerin kalitesini artırarak sosyal ve profesyonel başarıya katkıda bulunabilir. Bu beceriler; liderlik, iş birliği, iletişim ve çatışma yönetimi gibi birçok alanda önemli bir rol oynar. Matematiksel

modelleme sürecinde farklı değişkenler arasındaki ilişkileri anlamak önemlidir. İlişkilendirme becerisi, bu değişkenler arasındaki ilişkileri tanımlamak ve matematiksel bir modele dönüştürmek için gereklidir. İlişkilendirme becerisi, problemin farklı yönlerini ve bileşenlerini analiz ederek doğru bir model oluşturmak için gereklidir. Ayrıca veriler arasında ilişkiler kurarak, verilerin doğru bir şekilde yorumlanmasına ve modelleme sürecinde kullanılmasına yardımcı olabilir.

Akıl Yürütme Becerisi. Akıl yürütme becerisi; bireyin mantıklı düşünme, problem çözüme, analitik düşünme, karar verme ve eleştirel düşünme yeteneklerini içeren zihinsel süreçleri ifade eder. Bu beceri; karmaşık sorunları anlama, bilgiyi değerlendirme, mantıklı sonuçlara ulaşma ve etkili kararlar alma yeteneğini kapsar. Akıl yürütme becerisi, bireyin bilişsel yeteneklerini güçlendiren ve farklı senaryoları değerlendirme yeteneğini artıran önemli bir zihinsel süreçtir. İş ve akademik başarı, problem çözme yetenekleri, liderlik ve etkileşim becerileri gibi birçok alanda etkili bir şekilde kullanılabilir. Matematiksel modelleme sürecinde karşılaşılan problemleri tanımlamak ve çözmek için akıl yürütme becerisi kullanılır. Problemi analiz etmek, farklı çözüm yollarını düşünmek ve en uygun olanı seçmek akıl yürütme sürecinin bir parçasıdır. Ayrıca akıl yürütme becerisi, farklı seçenekleri değerlendirme, sonuçları analiz etme ve en uygun kararı alma konusunda önemlidir.

Duyuşsal Beceriler. Duyuşsal beceriler, bireyin düşünce ve davranışlarını şekillendiren temel yetenekleri ifade eder. Duyuşsal beceriler, bilişsel ve duygusal faktörleri içerir ve genellikle kişinin tutumlarını, değerlerini, inançlarını ve motivasyonunu yönlendiren geniş bir alanı kapsar. Bu beceriler, bireyin yaşamda nasıl bir tutum sergilediğini, değerlendirdiğini ve anlamlandırdığını belirleyen önemli özellikleri içerir. Duyuşsal beceriler, bireyin kişisel gelişimini, yaşam kalitesini ve çeşitli yaşam alanlarındaki başarısını etkileyebilir. Bu beceriler, bireyin kendi iç dünyasını anlamasına ve dış dünyayla daha etkili bir şekilde etkileşimde bulunmasına yardımcı olur. Matematiksel modelleme sürecinde, duyuşsal beceriler, motivasyonun korunması ve problemlere olan ilginin sürdürülmesi için önemlidir. Beklenmedik zorluklarla karşılaşıldığında stresle başa çıkma ve sakin bir zihinle problemleri çözme yeteneğini ve ekip üyeleriyle empati kurma, duygularını anlama ve etkili iletişim kurma yeteneğini içerir.

Psikomotor Beceriler. Psikomotor beceriler, bedensel hareketlerin planlanması, koordinasyonu ve yürütülmesi süreçlerini içeren zihinsel ve davranışsal yetenekleri ifade eder. Bu beceriler; el göz koordinasyonu, kas gücü, denge, hız, esneklik ve hassasiyet gibi fiziksel yetenekleri içerir. Psikomotor beceriler, genellikle motor becerileri olarak da adlandırılır ve

bir bireyin fiziksel aktivitelerde ne kadar etkili olduğunu belirleyen önemli bir faktördür. Psikomotor beceriler; spor, sanat, el işleri, mesleki faaliyetler ve günlük yaşamdaki çeşitli aktivitelerde önemlidir. Bu becerilerin gelişimi, bireyin fiziksel etkinliklere daha etkili bir şekilde katılmasını, günlük görevleri yerine getirmesini ve mesleki başarıyı etkileyebilir. Matematiksel modelleme sürecinde bazı araçlar ve teknolojiler psikomotor becerilerin kullanımını gerektirebilir. Ayrıca deney ve gözlem gerektiren durumlarda psikomotor becerilere ihtiyaç duyulabilir.

Araştırma-İnceleme Becerisi. Araştırma inceleme becerisi; bireyin bilgi toplama, analiz etme, çıkarımlar yapma ve sonuçları düzenleme yeteneğini ifade eder. Bu beceri; bilgiye erişme, bilgiyi değerlendirme, problem çözme ve eleştirel düşünme yeteneklerini içerir. Araştırma inceleme becerisi genellikle akademik çalışmalar, profesyonel projeler ve kişisel gelişim süreçlerinde önemli bir rol oynar. Araştırma inceleme becerisi, öğrencilerin, akademisyenlerin, araştırmacıların ve profesyonellerin bilgiye ulaşma ve bu bilgiyi etkili bir şekilde kullanma yeteneklerini geliştirmelerine yardımcı olur. Bu beceri birçok alanda başarıya ulaşmada önemli bir araçtır. Matematiksel modelleme, araştırma-inceleme becerilerini geliştirmek için etkili bir yöntemdir çünkü öğrencileri gerçek dünya problemleriyle baş başa bırakarak sistematik bir araştırma sürecine yönlendirir. Öğrenciler, bir modelleme problemine yaklaşıırken önce problemi tanımlamalı, ilgili verileri toplamalı ve güvenilir kaynaklardan bilgi edinmelidir. Bu süreç onlara bilgiye ulaşma ve kaynakları değerlendirme becerisi kazandırır. Model oluşturma aşamasında verileri analiz etme, varsayımlarda bulunma ve farklı çözüm yollarını test etme gibi adımlar, eleştirel düşünme ve analiz yeteneğini geliştirir. Son olarak, modelin sonuçlarını yorumlama ve sunma aşamaları ise öğrencilerin elde ettikleri bulguları düzenleyerek etkili bir şekilde ifade etme becerilerini güçlendirir. Örneğin, bir iklim değişikliği modelleme çalışmasında öğrenciler hem bilimsel verileri inceleme hem de bu verileri matematiksel ilişkilere dönüştürme fırsatı bularak araştırma sürecinin tüm aşamalarını deneyimlemiş olur. Bu tür uygulamalar, öğrencilerin sadece matematiksel becerilerini değil, aynı zamanda bilimsel araştırma yöntemlerini öğrenmelerini de sağlar.

Karar Verme Becerisi. Karar verme becerisi, bir bireyin veya bir grup insanın, çeşitli seçenekler arasından en uygun olanı seçme yeteneğini ifade eder. Bu beceri; bir kişinin hedeflerine ulaşmak, sorunları çözmek veya belirli bir durumu yönetmek için gerekli olan seçenekleri değerlendirme, analiz etme ve en uygun olanı seçme sürecini içerir. Karar verme süreci şu unsurları içerir; bilgi toplama, seçenekleri değerlendirme, hedef belirleme, sonuçları değerlendirme, risk ve belirsizliklerle başa çıkma ve bağlamı anlama. Matematiksel

modelleme süreci, karar verme becerisini geliştirmek için birçok fırsat sunar çünkü doğru kararlar almak için verilere dayalı analiz yapmayı ve farklı senaryoları değerlendirmeyi gerektirir. Bu nedenle, matematiksel modelleme sürecine katılanlar genellikle karar verme becerilerini geliştirme fırsatına sahip olurlar.

Girişimcilik Becerisi. Girişimcilik becerisi, bireylerin yeni fırsatları tanıma, yaratma ve bu fırsatları değerlendirme yeteneği olarak tanımlanabilir. Girişimcilik, kendi işini kurma, yeni ürün veya hizmetler geliştirme, risk alma ve inovasyon yapma gibi unsurları içerir. Matematiksel modelleme, girişimcilik becerilerini geliştirmek için ideal bir araçtır çünkü öğrencilere gerçek dünya problemlerini analiz etme, stratejik kararlar alma ve yenilikçi çözümler üretme fırsatı sunar. Örneğin, bir işletme modeli oluşturma sürecinde öğrenciler, pazar talebini tahmin etmek için veri analizi yapabilir, maliyet-fayda hesaplamalarıyla risk değerlendirmesi gerçekteştirebilir ve en uygun fiyatlandırma stratejisini belirlemek için matematiksel modeller kullanabilir. Bu süreç, öğrencilerin yaratıcı düşünme, risk yönetimi ve karar verme becerilerini geliştirirken aynı zamanda inovasyon yapma yeteneklerini de güçlendirir. Ayrıca, matematiksel modelleme etkinlikleri, öğrencilere sınırlı kaynaklarla en verimli çözümleri bulma (optimizasyon) ve belirsizlik durumlarında alternatif senaryolar üretme gibi girişimcilikte kritik olan becerileri kazandırır. Örneğin, bir lojistik şirketi için en kısa dağıtım rotasını hesaplamak veya bir girişimin finansal sürdürülebilirliğini modellemek, öğrencilerin iş dünyasına dair pratik beceriler edinmesini sağlar. Sonuç olarak, matematiksel modelleme, girişimcilik ruhunu besleyen analitik düşünme, problem çözme ve stratejik planlama yetkinliklerini geliştirmede etkili bir yöntemdir.

Öz Düzenleme Becerisi. Öz düzenleme bireyin kendi davranışlarını planlama, izleme ve değerlendirme yeteneğini ifade eden bir terimdir. Bu beceri, kişinin kendi hedeflerine ulaşmak için gerekli adımları belirleme, bu adımları takip etme, performansını değerlendirme ve gerektiğinde düzeltme yeteneği anlamına gelir. Öz düzenleme becerisi, öğrenme süreçlerinde, hedeflere ulaşmada ve kişisel gelişimde önemli bir rol oynar. Matematik eğitiminin temel hedeflerinden biri, öğrencilere kendi matematik yeteneklerine güvenmelerini ve başarı ya da başarısızlıkları üzerinde kontrol sahibi olmalarını sağlamaktır. Bu sebeple, matematik eğitiminde öğrencilerin öz düzenleme yeteneklerinin gelişimi büyük bir öneme sahiptir. İnsanlar, öz düzenleme becerilerini kullanarak kendi davranışlarını etkili bir şekilde yönetebilirler. Matematiksel modelleme süreci de disiplin gerektiren bir süreçtir ve başarılı olmak için öz düzenleme becerisine sahip olmak önemlidir. Matematiksel modelleme süreci, disiplin, zaman yönetimi, dikkat ve konsantrasyon, stres yönetimi, hedef belirleme ve ilerleme

takibi gibi öz düzenleme becerilerini gerektirir. Bu nedenle, matematiksel modelleme sürecine katılanlar öz düzenleme becerilerini geliştirebilirler.

Programın Öğrenme Çıktıları

Matematiksel modelleme dersine yönelik oluşturulan öğrenme çıktıları şu şekildedir:

Ö.Ç.1. Model, matematiksel model, modelleme ve matematiksel modelleme kavramlarını tanımlar ve bu kavramlara dair örnekler verir.

Ö.Ç.2. Matematiksel modellemenin öğretim programlarındaki yerini açıklar.

Ö.Ç.3. Matematiksel modelleme ve ispat arasındaki ilişkiyi kavrar.

Ö.Ç.4. Matematiksel modelleme etkinliklerinin özelliklerini açıklar.

Ö.Ç.5. Matematiksel modelleme perspektiflerini açıklar.

Ö.Ç.6. Matematiksel modellemenin sınıf içi uygulamalarını bilir.

Ö.Ç.7. Matematiksel modellemeye yönelik etkinlik ve problem durumlarını çözer.

Ö.Ç.8. Matematiksel modelleme sürecinde gerekli olduğunda uygun teknolojileri kullanabilir.

Ö.Ç.9. Matematiksel modelleme ve STEM ilişkisini kavrar.

Ö.Ç.10. Matematiksel modellemenin sınıf uygulamalarında öğretmenlerin değişen rollerinin farkında olur.

Ö.Ç.11. Matematiksel modellemeye yönelik zorlukları ve çözüm önerilerini açıklar.

Ö.Ç.12. Matematiksel modelleme ve problem çözme ilişkisini kavrar.

Ö.Ç.13. Matematik öğretiminde kullanılabilecek modelleme soruları tasarlayıp gerçek sınıf ortamında uygulayabilir.

Ö.Ç.14. Öğrencilerin modelleme problemlerine ilişkin çözümleri ile modelleme beceri ve yeterliklerini değerlendirebilir.

İçeriklerin Belirlenmesi

İhtiyaç analizi doğrultusunda oluşturulan haftalık konu başlıkları ve içerikler şu şekilde belirlenmiştir:

<u>Hafta</u>	<u>Konu</u>
<u>1</u>	✓ Dersin Amacı, içeriği, kaynaklar ve işlenişin tanıtımı ✓ Matematiksel modellemeye genel bir bakış: Matematik eğitimi açısından

	matematiksel modelleme nedir ve ne değildir?
	✓ Türkiye ve diğer ülkelerin öğretim programlarında matematiksel modellemenin yeri
<u>2</u>	✓ Matematiksel modelleme nedir? İlgili temel kavramlar nelerdir? ✓ İspat ve modelleme
	✓ Matematiksel modelleme süreci
<u>3</u>	✓ Matematiksel modelleme perspektifleri
<u>4</u>	✓ Matematiksel modelleme etkinliği nasıl hazırlanır ve çözülür?
<u>5</u>	✓ Teknoloji destekli matematiksel modelleme örnekleri nelerdir? Nasıl çözülür. ✓ Matematiksel modelleme ve STEM
<u>6</u>	✓ Matematiksel modellemede yaşanan zorluklar ve çözüm önerileri
<u>7</u>	✓ Matematiksel modelleme ve problem çözme ✓ Matematiksel modellemede değerlendirme
<u>8</u>	✓ Matematiksel modellemede sınıf içi uygulamalar
<u>9</u>	✓ Matematiksel modelleme yeterlikleri
<u>10-11-12</u>	✓ Literatürde var olan matematiksel modelleme problemlerinin çözümünün yapılması.
<u>13-14</u>	✓ Matematik öğretiminde kullanılabilecek modelleme soruları tasarlayıp sunma

Öğrenme-Öğretme Sürecinin Belirlenmesi

Bu program matematiksel modelleme süreci ve modelleme ile ilgili kavramları, kavramların kendi aralarındaki ilişkileri, modelleme yaklaşım ve perspektiflerini öğrenmeyi, matematiksel modelleme etkinliği hazırlamayı, matematiksel modelleme etkinliklerini çözebilmeyi ve öğretmenlik mesleği boyunca matematiksel modellemeyi uygulama becerilerinin kazandırılmasını amaçlamaktadır.

Program hem yapılandırmacı yaklaşım hem de proje temelli yaklaşımı benimser ve öğrenmenin öğrencilerin var olan bilgileriyle nasıl bağlantı kurduğuna odaklanır. Öğrencilerin kendi bilgilerini oluşturmalarına ve anlamalarına yönelik etkileşimli yöntemleri vurgular. Öğrencilerin eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirir. Öğrenme sürecini daha anlamlı hale getirir. Ayrıca öğrencilerin belirli bir projeyi planlama, uygulama ve değerlendirme süreçlerini içerir. Gerçek dünya sorunlarına çözüm bulmaya yöneliktir. Öğrencilere uygulamalı deneyimler sunar, iş birliği ve iletişim becerilerini geliştirmeye yardımcı olur. Program, modelleme etkinliklerinin sınıf ortamında uygulanmasında dikkat edilecek hususlara değinir. Program disiplinler arası etkinlik örnekleri ile ilkökul, ortaokul, lise ve üniversite düzeylerinde öğrenme çıktıları ve konulara göre kategorileştirilen

modelleme etkinlik örnekleri içermektedir. Öğrenme öğretmen süreçlerine ilişkin örnekler şöyle hazırlanmıştır:

Örnek 1:

Öğrenme çıktısı: Model, matematiksel model, modelleme ve matematiksel modelleme kavramlarını tanımlar ve bu kavramlara dair örnekler verir.

Öğrenme öğretme süreci:

Giriş:

Motivasyon: Günlük hayattan model örnekleri (küre model, araba modeli, hava durumu tahmini modeli vb.) vererek öğrencilerin dikkatini çekmek.

Öğrencilerin ön bilgileri: Öğrencilerden "model" kavramını nasıl anladıklarını sormak, zihinlerinde canlandırdıkları modelleri paylaşımlarını istemek.

Model kavramı:

Tanım: Modelin, gerçek bir sistemin veya sürecin basitleştirilmiş bir temsili olduğunu açıklamak.

Türleri: Fiziksel modeller (maket, oyuncak), kavramsal modeller (akış şeması, zihin haritası), matematiksel modeller gibi farklı model türlerini örneklerle açıklamak.

Önem: Modelin, karmaşık sistemleri anlamayı kolaylaştırma, deneyler yapma, tahminlerde bulunma gibi amaçlarla kullanıldığını vurgulamak.

Matematiksel model kavramı:

Tanım: Matematiksel modelin, gerçek dünyadaki bir durumu veya ilişkiyi matematiksel ifadeler, denklemler veya formüllerle temsil etme süreci olduğunu açıklamak.

Örnekler: Basit bir doğrusal denklemle nüfus artışını modelleme, bir cismin hareketini diferansiyel denklemle modelleme gibi örnekler vermek.

Özellikleri: Matematiksel modellerin genellikle idealize edilmiş ve basitleştirilmiş olduğunu, ancak gerçek dünyayı anlamlı bir şekilde temsil edebildiğini vurgulamak.

Modelleme ve matematiksel modelleme kavramları:

Modelleme süreci: Modelleme sürecinin adımlarını (problem tanımlama, veri toplama, model oluşturma, modelin test edilmesi ve yorumlanması) detaylı bir şekilde açıklamak.

Matematiksel modelleme ve diğer modelleme türleri arasındaki fark: Matematiksel modellemenin diğer modelleme türlerinden (fiziksel, kavramsal) nasıl farklılaştığını karşılaştırmalı olarak açıklamak.

Örnek bir uygulama: Öğrencilere basit bir problem vererek (örneğin, bir odanın sıcaklığının zamanla nasıl değiştiğini modelleme) matematiksel modelleme sürecini adım adım göstermek.

Sınıf tartışması: Öğrencilerden farklı alanlardaki (fizik, ekonomi, biyoloji, sosyal bilimler vb.) matematiksel modelleme örnekleri vermelerini istemek.

Örnek 2:

Öğrenme çıktısı:

Matematiksel modelleme ve ispat arasındaki ilişkiyi anlar.

Öğrenme öğretme süreci:

Giriş:

Motivasyon: Öğrencilere günlük hayattan bir örnek vererek (örneğin, bir salgının yayılımının matematiksel bir modelle tahmin edilmesi) modellemenin önemini vurgulamak.

Ön bilgilerin yenilenmesi: Önceki derste öğrenilen model, matematiksel model, modelleme ve ispat kavramlarını kısaca tekrar etmek.

Matematiksel modelleme süreci:

Adımların tekrarı: Modelleme sürecinin (problem tanımlama, veri toplama, model oluşturma, modelin test edilmesi ve yorumlanması) adımlarını tekrar etmek.

İspatın yeri: Her adımda ispatın ne gibi bir rol oynayabileceğini vurgulamak (örneğin, modelin doğru olup olmadığını ispat etmek, modelin sonuçlarının geçerliliğini göstermek).

İspatın matematiksel modellemedeki rolü:

Modelin doğruluğu: Bir modelin doğru olup olmadığını kanıtlamanın önemini vurgulamak. Bu noktada, modelin gerçek dünyadaki verilerle ne kadar uyumlu olduğunu göstermek için yapılan testlerin aslında birer ispat olduğunu belirtmek.

Modelin genelleştirilebilirliği: Bir modelin farklı durumlara uygulanabilirliğini göstermek için yapılan ispatların önemini vurgulamak.

Modelin sınırlamaları: Bir modelin geçerlilik sınırlarını belirlemek için yapılan ispatların önemini vurgulamak.

Örneklerle açıklama: Basit bir matematiksel model (örneğin, basit harmonik hareket) üzerinden modelin doğrulama ve genelleştirme süreçlerinde ispatın nasıl kullanıldığını göstermek.

Öğrenci etkinliği:

Grup çalışması: Öğrencileri küçük gruplara ayırarak, verilen bir matematiksel modele (örneğin, bir popülasyonun büyüme modeli) dair farklı sorular sormalarını ve bu sorulara cevap bulmak için hangi tür ispatlara ihtiyaç duyulacağını tartışmalarını sağlamak.

Öğretmen notları:

- Ders boyunca soyut kavramları somutlaştırmak için görsel materyaller ve örnekler kullanmak önemlidir.

- Öğrencilerin aktif katılımını sağlamak için farklı öğrenme yöntemleri (grup çalışmaları, tartışmalar, bireysel çalışmalar) kullanılmalıdır.

- Matematiksel yazılımlar (örneğin, MATLAB, Mathematica) kullanılarak öğrencilerin modelleme ve ispat süreçlerini deneyimlemeleri sağlanabilir.

- Farklı disiplinlerden örnekler vererek matematiksel modellemenin önemini vurgulamak öğrencilerin motivasyonunu artıracaktır.

Değerlendirme Sürecinin Belirlenmesi

Program tasarısında mevcut ölçme değerlendirme araçları ve hem biçimlendirici değerlendirme hem de süreç değerlendirmesinin birlikte kullanılması önerilmektedir. Bu kullanım ile öğrenme sürecinin önemli ölçüde gelişmesi beklenmektedir. Biçimlendirici değerlendirme ve süreç değerlendirmesinin birlikte kullanımı ile öğrenciler kendi öğrenmelerine aktif olarak katılarak daha motive olurlar ve konu hakkında daha derin bir anlayış geliştirirler. Biçimlendirici değerlendirme yoluyla, eğitimciler öğrencilerin güçlü ve zayıf yönlerini belirleyebilir ve böylece bireysel ihtiyaçları karşılamak için eğitimi uyarlayabilirler. Bu yinelemeli değerlendirme ve geri bildirim süreci, sürekli iyileştirme kültürünü teşvik ederek hem öğretmenleri hem de öğrencileri büyüme alanlarını belirleme ve gerekli ayarlamaları yapma konusunda güçlendirir. Matematiksel modelleme dersinde ölçme ve değerlendirme, öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerini, problem çözme yeteneklerini ve modelleme süreçlerini anlamalarını sağlamak adına büyük bir öneme sahiptir. Bu bağlamda matematiksel modelleme dersi için ölçme ve değerlendirme işlemlerini sadece vize ve final sınavı yapılarak tamamlamanın yeterli olmadığı düşünülmektedir. Modelleme yeterliklerinin ölçülmesi için öğrencilerin modelleme etkinlikleri hazırlamaları, çözmeleri ve çözümlerini arkadaşlarına sunmaları beklenir. Quizler, vize ve final sınavları yanında ayrıca

öğrencilere bireysel ödev ve grup proje ödevi şeklinde modelleme etkinlikleri hazırlamaları ve arkadaşlarına sunmaları istenecektir. Proje ödevi sözlü sunum, yazılı sunum, poster sunumu vb. şekilde olabilir. Yapılacak değerlendirme kriterleri ve etki düzeyleri Tablo 12’de gösterilmiştir.

Tablo 21. Değerlendirme Süreci Planlaması

	Öğrenciden İstenen Etkinlik	Etkinliğin Etki Düzeyi	Toplam
Ara Sınav Puanı	Ödev (Araştırma, Derleme, Özet Çıkarma vb.)	%10	%40
	Quiz	%30	
	Ara Sınav Notu	%60	
Final Puanı	Ödev (Araştırma, Derleme, Özet Çıkarma vb.)	%10	%60
	Quiz	%10	
	Proje Ödevi	%40	
	Final Notu	%40	

Matematiksel modelleme dersi öğretim programında ölçme ve değerlendirme boyutunun önemi aşağıda belirtilmiştir:

Analiz yeteneğinin izlenmesi: Matematiksel modelleme dersinde öğrencilere karmaşık problemleri analiz etme ve çözme becerisi kazandırılmaya çalışılır. Ölçme ve değerlendirme, öğrencilerin bu becerilerini izleyerek gelişimlerini değerlendirme olanağı sağlar.

Uygulama becerilerini değerlendirme: Lisans seviyesindeki öğrencilere matematiksel modellerin pratik uygulamalarını anlama ve gerçek dünya problemlerine çözüm üretme becerisi kazandırmak önemlidir. Ölçme ve değerlendirme, öğrencilerin bu becerilerini somut örneklerle değerlendirme fırsatı sunar.

Eleştirel düşünme ve model seçimini izleme: Öğrencilere, farklı matematiksel modeller arasında seçim yapma ve bu modelleri eleştirel bir bakış açısıyla değerlendirme yeteneği kazandırmak amaçlanır. Ölçme ve değerlendirme, öğrencilerin bu eleştirel düşünme süreçlerini izleme ve değerlendirme imkânı sağlar.

Etkileşimli ve iş birlikli çalışmaları izleme: Matematiksel modelleme genellikle grup projeleri ve etkileşimli çalışmaları içerir. Öğrencilerin birlikte çalışma, tartışma ve birbirlerine yardımcı olma yeteneklerini değerlendirmek, ölçme ve değerlendirme sürecinde önemli bir unsurdur.

Bireysel ve grup performansını değerlendirme: Ölçme ve değerlendirme, öğrencilerin bireysel olarak nasıl performans gösterdiklerini ve grup içinde nasıl etkileşimde bulunduklarını değerlendirmek için kullanılır. Bu, öğrencilerin kendi beceri seviyelerini ve grup dinamiklerini anlamalarına yardımcı olabilir.

Proje ve rapor değerlendirmesi: Öğrenciler genellikle matematiksel modelleme derslerinde proje ve raporlar hazırlarlar. Bu projeler, öğrencilerin konuya hakimiyetini ve matematiksel düşünme süreçlerini değerlendirmek için önemli bir kaynaktır.

Problem çözme yeteneklerinin gözlemlenmesi: Ölçme ve değerlendirme, öğrencilerin daha karmaşık matematiksel problemleri nasıl çözdüklerini ve bu problemleri eleştirel bir bakış açısıyla nasıl ele aldıklarını gözlemlene imkânı sağlar.

Etkili ders planlama: Elde edilen değerlendirme verileri, öğretim elemanlarının ders planlarını daha etkili bir şekilde oluşturma fırsatı sunar. Hangi konuların daha fazla vurgulanması gerektiğini belirleyerek, ders içeriğini daha iyi şekillendirebilirler.

Program geliştirme ve güncelleme: Toplanan değerlendirme verileri, matematiksel modelleme dersinin genel etkisini değerlendirmek ve gerektiğinde programı güncellemek için kullanılabilir. Bu, dersin kalitesini sürekli olarak artırmak için önemli bir adımdır.

Sonuç olarak, matematiksel modelleme dersinde ölçme ve değerlendirme, öğrencilerin matematiksel yeteneklerini geliştirmelerini, eleştirel düşünmelerini ve gerçek dünya problemlerine matematiksel çözümler üretmelerini destekleyerek etkili bir öğrenme sürecini sağlar.

Derste kullanılacak matematiksel modelleme etkinlikleri ve çözümlerine ilişkin örnek aşağıda gösterilmiştir:

Şekil 21. Örnek Problem ve Çözümü

Obezite Problemi

Sınıf seviyesi: Lise 11. sınıf

Öğrenme alanı: Toplam sembolü, oran orantı



8.sınıf öğrencisi Can'ın annesi ve babası özel bir şirkette çalışmaktadırlar. Sabahları işe erken gidip, akşamları işten eve geç dönmektedirler. Bu nedenle Can düzenli beslenme alışkanlığı edinememiştir; hazır ve yüksek kalorili besinlere yönelmiştir. Bunun sonucunda hızlı bir şekilde kilo almaya başlamıştır. 1,60 m boyundaki Can 82 kg ağırlığa ulaşmıştır. Bu sorunu fark eden annesi, Can'ı diyetisyene götürmüştür. Diyetisyen obezite tespiti için vücut kitle endeksi formülünü kullanarak bir hesaplama yapmıştır. Bu hesaplama kişinin ağırlığının, boyunun karesine bölümüyle yapılmaktadır. Can'ın vücut kitle endeksi 31,2 olup, bu durumu aşağıdaki tabloya göre değerlendirilmiştir.

18,5 kg/m^2 'nin altında olanlar	Zayıf
18,5-24,9 kg/m^2 arasında olanlar	Normal kilolu
25-29,9 kg/m^2 arasında olanlar	Fazla kilolu
30-39,9 kg/m^2 arasında olanlar	Obez (şişman)
40 kg/m^2 'nin üzerinde olanlar	İleri derecede obez

Tabloya göre Can'ın obez grubuna girdiği gözlenmiş ve ilk hedef olarak yukarıdaki tabloda en azından bir üst grup olan fazla kilolu gruba yükselmesini uygun görmüştür. Diyetisyen, Can 'a günlük aldığı kalori değişmeden uygulayacağı bir egzersiz programı önermiştir. Buna göre Can hafta da 3 gün, 20 şer dakikalık egzersiz ile başlayıp sonraki her hafta günlük süreyi bir önceki haftaya göre 5'er dakika artırarak egzersize devam edecektir. Egzersiz olarak aşağıdaki tablodan yalnız bir seçim yapıp bu seçimi değiştirmeyecektir. Hangi egzersizin kaç kaloriye karşılık geldiğini gösteren tablo verilmiştir. (Not: 1 gram yağ için 9 kalori harcanmalıdır)

Örnek Tablo:

Ağırlık çalışmak	30 dk	150 kalori
Paten yapmak	15 dk	15 kalori
Merdiven çıkmak	15 dk	15 kalori
Dans etmek	30 dk	75 kalori
Bisiklete binmek	30 dk	300 kalori
Tenis oynamak	30 dk	120 kalori
Yürüyüş yapmak	20 dk	60 kalori
Basketbol oynamak	30 dk	300 kalori
Yüzme	30 dk	300 kalori
Voleybol oynamak	60 dk	180 kalori

Can' a yardım etmek için hangi aktiviteyi seçtiğinde hedeflediği kiloya kaç hafta sonra ulaşacağını bulmasını sağlayan bir model geliştiriniz ve bunu Can'a ayrıntılarıyla açıklayan bir mektup yazınız.

Örnek Çözüm:

Can'ın bisiklete bindiğini kabul ederek orantı kurarak 20 dakikada 200 kalori harcadığı bulunur. Egzersizi bisikletle seçtiği durumda; vücut kitle endeksi formülünü kullanarak Can'ın vermesi gereken kilonun 5,5 ile 6 arasında olması gerektiği bulunup çözüm için 6 kilogram=6000 gram ağırlığı kullanılır.

Hafta	Süre (dk)	Gün	Kalori	Kilo Kaybı (gr)
1. hafta	20	3	600	600/9
2. hafta	25	3	750	750/9
3. hafta	30	3	900	900/9
-	-	-	-	-
n	t	3	$600+(n-1)150$	$\frac{600 + (n-1) \cdot 150}{9}$

Kilo kaybının bir aritmetik dizi oluşturduğu görülmektedir. Verilmesi gereken toplam kiloyu aritmetik dizinin ilk n terimini toplamını kullanarak modelleyelim.

Hafta	Süre (dk)	Gün	Kalori	Kilo Kaybı (gr)
1. hafta	20	3	x	600/9
2. hafta	25	3	5x	750/9
3. hafta	30	3	6x	900/9
-	-	-	4	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
n	t	3	$x+(n-1) \cdot \frac{x}{4}$	$\frac{x + (n-1) \cdot \frac{x}{4}}{9}$

$$a_1 = \frac{x}{9} \quad r = \frac{x}{36} \quad \text{verilmesi gereken kilo (gr)} = y \text{ olsun.}$$

$$\frac{n}{2} \left(2 \cdot \frac{x}{9} + (n-1) \frac{x}{36} \right) = y, \quad \frac{n}{2} \cdot \frac{x}{36} (8+n-1) = y, \quad n \cdot (n+7) = \frac{y \cdot 72}{x}, \quad n_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \text{ bulunur.}$$

Can'ın bisiklete bindiği durumda; x= 600 (harcanan kalori) alınır.

$$a_1 = \frac{600}{9} \quad r = \frac{150}{9} \quad y = 6000 \text{ gr}$$

$$\frac{n}{2} \left(2 \cdot \frac{600}{9} + (n-1) \frac{150}{9} \right) = 6000, \quad \frac{n}{2} \cdot \frac{150}{9} (8+n-1) = 6000, \quad n \cdot (n+7) = 720$$

denklemin çözümünden yaklaşık 24 hafta sonra istenilen kiloya ulaşır.

* Matematik Öğretmenlerin in Model Oluşturma Etkinliği Tasarım Süreçlerinin İncelenmesi: Özerite Problem* adlı çalışmadan alınmıştır.

BEŞİNCİ BÖLÜM

Tartışma ve Sonuç

Programlar esasen yaşanmış deneyimlerin yorumlanmasıdır ve programların ders kitaplarını, sınıfları ve hatta öğretmen-öğrenci dinamiğini aştığı ve genellikle toplumsal hareketler, siyasi krizler ve tarihi olaylar gibi daha geniş toplumsal etkileri yansıttığı fikrini ön plana çıkarır (Slattery, 2006). Program geliştirmenin dinamik doğası, gelişen teorik çerçevelerin sürekli etkileşimiyle birlikte hareket eder. Örneğin, modernizm ve postmodernizm paradigmaları, bilişsel teorilerdeki ilerlemeler ve öğretim tasarımındaki yenilikler, çağdaş öğretim programı geliştirmeyi önemli ölçüde şekillendirmiştir (Ornstein & Hunkins, 2009). Dahası, program geliştirmenin tekrarlı süreci belirlenen eksikliklerin ele alınmasını ve düzeltilmesini sağlar. Bu varsayımlara ve alan yazında belirlenen boşluklara dayanarak, bu çalışmadaki araştırmacılar lisans düzeyindeki matematiksel modelleme eğitimi için bir program geliştirmenin gerekli olduğunu düşünmüşlerdir. Bu çalışma programların durağan varlıklar olmadığı, aksine değişen toplumsal ihtiyaçlara ve teorik gelişmelere yanıt olarak sürekli olarak geliştiği anlayışına dayanmaktadır.

Araştırmanın sonuçları araştırmanın dört alt boyutunu belirleyen dört araştırma sorusu doğrultusunda açıklanmaya çalışılmıştır. Araştırmanın birinci ve ikinci araştırma sorusu ihtiyaç analizi çalışmaları kapsamında değerlendirilmiştir. İhtiyaç analizi kısmı araştırmanın başında gerçekleşen, çalışmanın büyük bölümünü oluşturan kısımdır. İhtiyaç analizi kısmında çalışmanın en kapsamlı bulguları elde edilmiştir.

Araştırmanın birinci araştırma sorusu kapsamında yürütülen alan yazını taraması ve doküman incelemesi bulguları bir arada değerlendirildiğinde, Türkiye’deki üniversitelerde matematiksel modelleme dersine yönelik öğretim programlarının büyük ölçüde öğretim elemanlarının bireysel yeterliklerine veya diğer öğretim elemanlarının deneyimlerine dayalı olarak geliştirildiği, merkezi olarak kabul görmüş, yazılı ve ortak bir öğretim programının bulunmadığı görülmektedir. YÖK tarafından sağlanan içerik çerçevelerine ve MEB tarafından belirlenen öğretmen yeterlik standartlarına rağmen, matematiksel modelleme eğitimi özelinde kurumsallaşmış, kapsamlı bir program belgesine rastlanmamaktadır. Bu durum, Yıldırım’ın (2013) öğretmen eğitimi çalışmalarında belirttiği gibi, YÖK ve MEB arasında uzlaşıya dayalı öğretmen yeterliklerinin bulunmamasının, öğretim programlarında bütüncül bir yapı oluşmasına engel teşkil ettiğini ortaya koymaktadır.

Yapılan doküman incelemesi kapsamında, Türkiye'deki 127 devlet üniversitesinin web siteleri incelenmiş ve 75'inde ilköğretim matematik öğretmenliği, 13'ünde ise matematik öğretmenliği bölümlerinin yer aldığı tespit edilmiştir. Bu üniversitelerden 66'sının web sitesinde matematik öğretiminde modelleme dersine yer verildiği belirlenmiştir. İncelenen programlar; amaç ve hedefler, içerik, öğretim yöntem ve stratejileri ile değerlendirme ve geri bildirim boyutları açısından analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular, program bileşenlerinin sunumunda üniversiteler arasında belirgin eşitsizlikler olduğunu, bazı kurumların yalnızca hedeflere, bazılarının ise sadece içeriğe odaklandığını, öğretim yöntemleri ve değerlendirme yaklaşımlarının ise genellikle eksik sunulduğunu göstermektedir. Bu farklılıklar, öğretmen yetiştirme anlayışlarının üniversiteler arasında önemli ölçüde değişkenlik gösterdiğini ve bütüncül program geliştirme yaklaşımının zayıf kaldığını ortaya koymaktadır (Aykaç vd., 2014; Kaya, Polat & Karamüftüoğlu, 2014; Şendağ & Gedik, 2015).

Matematiksel modelleme ile matematik öğretiminde modelleme kavramları, sıklıkla birbirinin yerine kullanılsa da temelde farklı anlamlar taşımaktadır. Matematiksel modelleme, gerçek yaşam problemlerinin matematiksel temsillerinin oluşturulması, analiz edilmesi ve çözüme kavuşturulması sürecini ifade eder (Blum & Borromeo Ferri, 2009). Bu süreç, mühendislik, fen bilimleri ve uygulamalı matematik gibi alanlarda yaygın olarak kullanılan bir problem çözme yaklaşımıdır. Buna karşılık, matematik öğretiminde modelleme ise matematik kavramlarının öğretiminde somut materyaller, görsel temsiller veya pedagojik araçların kullanımını kapsayan bir öğretim yöntemidir (Lesh & Doerr, 2003). İki kavram arasındaki temel fark, matematiksel modellemenin gerçek dünya problemlerine matematiksel çözümler üretmeye odaklanırken, matematik öğretiminde modellemenin matematiksel kavramların öğrenilmesini kolaylaştırmayı hedeflemesidir. Bu ayrımın göz ardı edilmesi, hem kavramsal karmaşaya hem de araştırma bulgularının yanlış yorumlanmasına yol açabilmektedir (Kaiser & Sriraman, 2006). Bu nedenle, akademik çalışmalarda bu iki kavramın doğru ve yerinde kullanılması büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle yaygın kullanımın aksine dersin isiminin “Matematiksel Modelleme” olmasının daha uygun olacağı düşünülmektedir.

İçerik analizi bulgularına göre, derslerin amaç ve hedefleri çoğunlukla matematiksel modelleme kavramlarının tanıtımı, model oluşturma süreçlerinin kavratılması ve günlük yaşam problemlerine uygulama gibi konulara odaklanmaktadır. Bu durum, Stillman ve Brown (2011) ile Blum (2015) tarafından vurgulanan modelleme eğitiminde kavramsal bilgi ve süreç becerilerinin geliştirilmesi önerileriyle uyumludur. Ancak, teknoloji kullanımı ve özgün

modelleme problemleri geliştirme becerilerine nadiren yer verilmesi, çağdaş modelleme yaklaşımlarının (Borromeo Ferri, 2018; Kertil & Gurel, 2016) gerekliliklerini karşılamaktan uzaktır. Bu bağlamda, programların öğrencilerin yaratıcı düşünme ve dijital çağ becerilerine yönelik yeterli gelişim olanağı sunmadığı sonucuna varılmaktadır.

Ders içerikleri incelendiğinde, programlarda büyük ölçüde temel kavramlar olan modelleme döngüsü, model geliştirme basamakları ve problem çözmeye odaklanıldığı, ancak farklı ülkelerin modelleme yaklaşımlarına ya da modelleme sürecinde karşılaşılan güçlüklerin öğretime entegre edilmesine dair içeriklerin oldukça sınırlı olduğu görülmüştür. Bu eksiklik, Kaiser (2017) ve Niss (2020) gibi araştırmacıların vurguladığı kültürel farklılıklar ve bağlamsal unsurların öğretime dahil edilmesi gerektiği yönündeki önerilerle çelişmektedir. Ayrıca, içeriklerin büyük ölçüde teknik becerilere yönelmesi, eleştirel düşünme, bağlam duyarlılığı ve çoklu bakış açısı gibi üst düzey bilişsel becerilerin gelişimini desteklememektedir.

Öğretim yöntem ve stratejileri açısından, derslerde ağırlıklı olarak grup çalışması, tartışma ve anlatım gibi klasik yöntemlere yer verildiği, ancak dijital teknolojilere dayalı öğretim stratejilerinin (örneğin bilgisayar destekli modelleme, simülasyonlar) nadiren kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu durum, Galbraith ve Stillman (2006) tarafından vurgulanan iş birliği öğrenmenin önemiyle örtüşmekle birlikte, Weiss ve diğerleri (2021) gibi araştırmacıların önerdiği dijital modelleme platformlarının öğretime entegre edilmesinde yetersizlik olduğunu göstermektedir.

Değerlendirme ve geri bildirim boyutunda ise, derslerde ağırlıklı olarak ara sınav ve final sınavı gibi geleneksel ölçme araçlarının kullanıldığı, alternatif değerlendirme stratejilerine (örneğin proje, performans görevi, süreç odaklı değerlendirme) oldukça sınırlı düzeyde yer verildiği belirlenmiştir. Bu bulgu, Leung ve Lopez-Real (2009) ile Stillman (2019) tarafından vurgulanan, modelleme gibi karmaşık öğrenme süreçlerinin sadece sınavlarla değerlendirilmesinin yetersiz kaldığı yönündeki görüşlerle örtüşmektedir.

Sonuç olarak, Türkiye'deki üniversitelerdeki matematiksel modelleme derslerinin büyük oranda geleneksel bilgi aktarımı temelli bir yaklaşımla yürütüldüğü, uluslararası alanda önerilen süreç temelli, bütüncül ve teknoloji destekli modelleme öğretiminden önemli ölçüde sapma gösterdiği söylenebilir. Niss ve Blum (2020) tarafından önerilen, öğrencilerin problem tanımlama, çözüm üretme, model geliştirme ve değerlendirme gibi üst düzey beceriler kazanmalarını hedefleyen bütüncül yaklaşımın mevcut programlarda yeterince temsil edilmediği anlaşılmaktadır. Bu bağlamda, matematiksel modelleme derslerinin yeniden yapılandırılması, 21. yüzyıl becerilerini destekleyecek şekilde tasarlanması, öğretim

elemanlarına yönelik kapsamlı hizmet içi eğitimlerin sunulması ve programların uluslararası standartlarla uyumlu hale getirilmesi gerekmektedir.

Araştırmanın ikinci alt problemi kapsamında, matematiksel modelleme eğitimi veren veya bu alanda çalışmaları bulunan 4 öğretim elemanı, matematiksel modelleme üzerine yüksek lisans tezi yapmış 10 matematik öğretmeni ve modelleme eğitimi almış 11 öğretmen adayını ile mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler, öğretim elemanları, öğretmenler ve öğretmen adaylarının matematiksel modelleme dersine ilişkin öğretim programı bileşenlerine dair görüşlerinin hedefler, içerik, öğrenme-öğretme yaşantıları ve ölçme-değerlendirme olmak üzere dört ana boyutta ele alındığını göstermektedir. Bu bağlamda, hedefler boyutundaki bulgular bilişsel, duyuşsal ve psikomotor hedefler çerçevesinde incelenmiştir.

Bilişsel hedefler kapsamında, öğretim elemanları modelleme etkinliklerinin öğrencilerin matematiksel modelleme kavramlarını kavrayarak üst düzey problem çözme, genelleme ve analitik düşünme becerilerini geliştirmeyi amaçladığını ifade etmiştir. Bu bulgu, modellemenin öğretim amaçları arasında yer almasının gerekliliğini savunan çeşitli çalışmalarla örtüşmektedir (Gümüşsuyu-Şahin, 2024; Koç, 2021; Muşlu & Çiltaş, 2016; Perk, 2019; Yıldırım & Işık, 2014). Alan yazınında öğretmen adaylarının modelleme sürecine dair temel kavramları yeterince içselleştiremedikleri, konuya ilişkin bilgi eksiklikleri yaşadıkları vurgulanmaktadır (Arslan, 2024; Çelik-Özkeç, 2023; İncikabı, 2020; Kırılı, 2023; Sarımurat, 2024; Taşlı, 2022). Bu durum, Blum ve Leiss'in (2007) modelleme yeterlikleri kapsamında önerdiği matematiksel kavrayış, model oluşturma, çözüm bulma ve doğrulama gibi becerilerin öğretim hedefleri içerisinde yer alması gerektiği yaklaşımıyla da örtüşmektedir. Nitekim Şahin (2019), modellemenin sınıf ortamına etkili aktarımının öğretmenlerin konu alanı bilgisi ve pedagojik yeterlikleriyle doğrudan ilişkili olduğunu belirtmiştir. Öğretmen adaylarının modelleme problemlerini çözme konusunda yeterli deneyime sahip olmadıkları ve süreci organize etmekte zorlandıkları da vurgulanmıştır (Tayyar, 2024). Ayrıca üst bilişsel becerilerin, modelleme sürecinin her aşamasında süreci kolaylaştırarak, verimliliği artırdığı ve daha doğru sonuçlara ulaşılmasını sağladığı belirlenmiştir (Can, 2024; Mengi, 2019). Bu bağlamda Karalı (2013) ve Kayan (2019), matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme, eleştirel düşünme ve matematiği günlük hayatla ilişkilendirme becerilerini geliştirdiğini ortaya koymuştur.

Duyuşsal hedefler açısından ise katılımcılar, modelleme uygulamalarının öğrencilerin matematiğe karşı olumlu tutum geliştirmesine, önyargılarını aşmalarına ve öğrenme sürecine daha sabırlı ve istekli bir şekilde katılmalarına katkı sağladığını ifade etmiştir. Bu durum,

modellemenin öğrencilerin motivasyonlarını artırdığına yönelik literatürle örtüşmektedir (Delikanlı, 2019; Işık, 2018; Koç, 2021; Kurt, 2019; Muşlu, 2016; Kaiser & Sriraman, 2006). Karagöz (2024) çalışmasında, modelleme etkinliklerinin öğrencilerin sayı hissi ve matematiğe yönelik tutumları üzerinde olumlu etkileri olduğunu ortaya koymuştur. Öte yandan bazı çalışmalar, modelleme etkinliklerinin öğrencilerin matematik tutumları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etki yaratmadığını belirtmiştir (Dışbudak, 2014; Nam, 2018; Topçu, 2023; Koç, 2021). Bu çelişkili bulgular, duyuşsal hedeflerdeki değişimin öğretim sürecindeki uygulama değişkenlerine, öğrenci özelliklerine ve bağlama bağlı olarak değişebileceğini göstermektedir.

Psikomotor hedefler kapsamında, modelleme etkinliklerinin öğrencilerin materyal hazırlama, araç-gereç ve teknolojik donanımları kullanma, grup çalışmalarını organize etme ve sınıf yönetimi gibi becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu bulgu, uygulamaya dayalı öğrenmenin modelleme sürecinde önemli bir yer tuttuğunu ve öğrencilerin aktif katılımını desteklediğini göstermektedir (Arslan, 2010; Kömür, 2024). Kömür'ün (2024) çalışmasında, modelleme etkinliklerinin öğrencilerin alan ölçme bilgi ve becerilerini geliştirdiği, bu gelişimin grup çalışmaları, öğretmen rehberliği ve sınıf içi sunumlarla desteklendiği belirtilmiştir. Katılımcılar, bu tür uygulamaların öğretmenlerin psikomotor becerilerini pekiştirmeleri açısından da etkili olduğunu vurgulamıştır.

Grup çalışmalarını yönetebilme" ve "sınıf yönetimini doğru uygulayabilme" becerileri psikomotor beceri kategorisine dahil edilemez. Bloom'un taksonomisinde (1956) psikomotor beceriler, fiziksel hareketlerin koordinasyonu ve kas becerilerini içeren davranışları kapsarken, bu beceriler daha çok bilişsel ve sosyal-duyuşsal alanlarla ilişkilendirilmektedir. Krathwohl'un (2002) revize edilmiş taksonomisinde vurgulandığı üzere, sınıf yönetimi ve grup dinamiklerini yönetme gibi beceriler; karar verme, iletişim kurma, liderlik gösterme ve sosyal etkileşimleri düzenleme gibi karmaşık zihinsel ve duyuşsal süreçleri gerektirmektedir. MEB Öğretmenlik Mesleği Genel Yeterlikleri'nde (2017) de bu beceriler, "öğrenme-öğretme sürecini yönetme" ve "sınıf yönetimi" başlıkları altında bilişsel ve sosyal beceriler olarak tanımlanmıştır. Psikomotor beceriler ise daha çok bedensel koordinasyon gerektiren teknik uygulamalarla (yazı yazma, laboratuvar araç-gereç kullanma gibi) sınırlıdır. Dolayısıyla, öğretmenlerin sınıf içi etkileşimleri yönetme ve grup çalışmalarını organize etme gibi becerileri, psikomotor alandan ziyade bilişsel ve duyuşsal alanlarda değerlendirilmesi gereken mesleki yeterliklerdir.

Sonuç olarak, elde edilen bulgular; matematiksel modelleme dersinin öğretim programlarında bilişsel, duyuşsal ve psikomotor hedefleri çok boyutlu olarak destekleyecek

şekilde yapılandırılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Hem öğretmen yetiştirme sürecinde hem de hizmet içi eğitimlerde öğretmenlerin teorik bilgi düzeylerini artıracak ve bu bilgileri sınıf ortamında etkili şekilde uygulamalarını sağlayacak uygulamalı eğitimlerin sunulması önerilmektedir.

Araştırmanın içerik boyutuna ilişkin elde edilen bulgular, öğretim elemanlarının matematiksel modelleme dersi kapsamında içerik oluştururken genellikle ilk haftalarda teorik bilgilere, sonraki haftalarda ise uygulamaya dayalı etkinliklere yer verdiklerini göstermektedir. Bu yaklaşım, Galbraith ve Stillman'ın (2006) önerdiği "sarmal modelleme öğretimi" anlayışıyla örtüşmektedir. Öğretim elemanlarının içerik oluştururken diğer öğretim elemanlarının ders içerikleriyle karşılaştırmalar yapma ihtiyacı hissettikleri ve kaynak yetersizliğini vurguladıkları da dikkat çekmektedir. Bu durum, Czocher'in (2016) modelleme etkinliklerinin geliştirilmesinde karşılaşılan materyal eksiklikleri ve uygulama zorluklarını ele alan bulgularıyla tutarlılık göstermektedir. Ayrıca, üniversite web sayfalarında yer alan bilgiler ile öğretmenler ve öğretmen adaylarıyla yapılan mülakatlardan elde edilen veriler de bu eğilimi desteklemektedir.

Bulgular, ders saatinin yetersizliği ve dersin öğretim programındaki konumunun (özellikle son sınıfta yer alması) modelleme dersinin öneminin yeterince kavranamamasına yol açtığını ortaya koymaktadır. Bu durum, içerik geliştirme sürecinde yaşanan zorlukları artırmakta ve yeterli sayıda modelleme etkinlik örneğinin bulunmaması gibi sorunlarla birleştiğinde, süreci daha da karmaşık hale getirmektedir. Söz konusu bulgular, Mete'nin (2013) üniversite düzeyindeki modelleme derslerinin yapısal eksikliklerine işaret eden çalışmasıyla paralellik göstermektedir. Öğretmenler ve öğretmen adayları da içerik hazırlama sürecinde zorluklar yaşadıklarını belirtmiş, özellikle yaş ve sınıf düzeyine uygun modelleme etkinlikleri geliştirme ihtiyacına vurgu yapmışlardır. Bu durum, Blum'un (2011) modelleme problemlerinin yaş ve gelişim düzeyine uygunluğu ilkesini desteklemektedir. Ayrıca, öğretmen adaylarının modelleme etkinliklerini genellikle tek seanslık, sonuç odaklı süreçler olarak algıladıkları, bu nedenle modellemenin derinlemesine öğrenme potansiyelini tam olarak değerlendiremedikleri ifade edilmiştir (Şen-Zeytun, 2013).

Genel olarak hem öğretim elemanlarının hem de öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının içerik üretiminde karşılaştıkları güçlüklerin deneyim eksikliği, zaman kısıtlılığı ve kaynak yetersizliği gibi ortak temalarda toplandığı görülmüştür. Bu çoklu faktörler, modelleme sürecinin bütüncül ve süreç odaklı bir biçimde yapılandırılmasını engelleyerek, parçalı ve yüzeysel içeriklerin oluşmasına neden olmaktadır. Şen-Zeytun'un (2013) da belirttiği üzere, bu sınırlayıcı faktörler modelleme süreçlerinin etkinliğini azaltmakta,

dolayısıyla öğrencilerin modelleme becerilerinin gelişimini kısıtlamaktadır. Elde edilen bulgular, modelleme dersinin içeriğinin hem nitelik hem de uygulama yönüyle zenginleştirilmesi gerektiğini ve bu bağlamda öğretim programlarında yapısal düzenlemelere ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymaktadır.

Araştırma kapsamında öğrenme-öğretme yaşantılarına ilişkin elde edilen bulgular, öğretim elemanlarının matematiksel modelleme dersi sürecinde kullandıkları yöntem ve tekniklerin üniversite web sayfalarındaki bilgilerle ve öğretmenler ile öğretmen adaylarıyla yapılan mülakatlardan elde edilen verilerle örtüştüğünü göstermektedir. Derslerde en sık tercih edilen yöntemlerin düz anlatım, soru-cevap, tartışma ve grup çalışması olduğu görülmektedir. Bu durum, Lesh ve Doerr'in (2003) iş birlikçi öğrenmenin modelleme süreçlerindeki önemine yaptığı vurgu ile paralellik göstermektedir. Bulgular, öğretim elemanlarının hem geleneksel öğretim yöntemlerini hem de aktif öğrenme stratejilerini birlikte kullanmaya çalıştıklarını, ancak bu yöntemlerin uygulama boyutunda yeterince derinleştirilemediğini ortaya koymaktadır. Bu durum, öğrencilerin modelleme süreçlerinde derinlemesine deneyim kazanmalarının sınırlı kaldığını göstermektedir.

Türkiye'deki öğretmen yetiştirme programlarında kuramsal bilginin ağırlıklı olması ve bu bilginin pratik uygulamalarla yeterince desteklenmemesi, öğretmen adaylarının mesleki yaşantılarının başında çeşitli uyum sorunları yaşamalarına neden olmaktadır (Azar, 2003; Baş & Nural, 2023; Kavas & Bugay, 2009; Özkan, Albayrak & Berber, 2005). Bu bağlamda, öğretmen adaylarına yalnızca teorik bilgi sunmak yerine, uygulamalı ve etkileşimli öğrenme süreçleriyle desteklenen bütüncül bir öğretim deneyimi sağlanmasının önemi vurgulanmaktadır. İşbirlikçi öğrenme ortamlarının modelleme yeterliklerinin gelişimine katkı sağladığı, Albayrak'ın (2023) ilkökul öğrencileriyle gerçekleştirdiği çalışmayla desteklenmektedir. Benzer şekilde, Freeman ve diğerlerinin (2014) aktif öğrenmenin öğrenme çıktıları üzerindeki olumlu etkisine dikkat çeken bulguları da öğretmen adaylarının aktif öğrenme yaklaşımlarına olan ilgisiyle örtüşmektedir.

Öğrenme-öğretme yaşantılarında dikkat çeken bir diğer unsur, teknolojik araç ve yazılım kullanımının giderek artmasıdır. Öğretim elemanlarının derslerde Excel, GeoGebra, Web 2.0 araçları, artırılmış gerçeklik uygulamaları ve çeşitli dijital platformlardan faydalandıkları görülmüştür. Bu durum, teknolojinin matematik eğitiminde kavramların daha iyi anlaşılması ve öğrenme deneyimlerinin zenginleştirilmesindeki rolünü vurgulayan araştırmalarla uyumludur (Baki & Öztekin, 2003; Goos & Bennison, 2008; Harter & Ku, 2007; Borromeo Ferri, 2018). Kasım'ın (2023) çalışması ise özellikle öğrenme güçlüğü yaşayan öğrencilerde Web 2.0 araçlarının ve dijital destekli modelleme etkinliklerinin olumlu

etkilerini ortaya koymuştur. Ancak, teknolojik araçlara yönelik olumlu yaklaşımlara rağmen, bu araçların öğretim sürecine etkili biçimde entegre edilmesinde öğretim elemanlarının deneyim eksikliği yaşadığı da belirtilmiştir. Bu durum, Özdemir ve Çanakçı'nın (2005) bilgiye erişim ve teknoloji kullanım yetkinliklerinin geliştirilmesinin gerekliliğine ilişkin vurgusunu desteklemektedir. Tüm bu bulgular, matematiksel modelleme dersinde yalnızca yöntemsel çeşitliliğin değil, aynı zamanda öğrenme ortamlarının zenginliğinin, iş birliği temelli uygulamaların ve teknolojik araçların entegrasyonunun da büyük önem taşıdığını ortaya koymaktadır.

Öğretim elemanları, matematik öğretmenleri ve öğretmen adaylarının ölçme-değerlendirme yaklaşımlarına ilişkin elde edilen bulgular, çoğunlukla bir ara sınav ve bir final sınavının uygulandığını, bunun yanında öğrencilerden modelleme etkinlikleri hazırlamalarının istendiğini göstermektedir. Bu uygulamaların üniversite web sayfalarındaki bilgilerle de tutarlılık gösterdiği anlaşılmaktadır. Ancak genel olarak değerlendirildiğinde, ölçme-değerlendirme süreçlerinde ağırlıklı olarak geleneksel yöntemlerin (çoktan seçmeli sınavlar, yazılı sınavlar vb.) tercih edildiği görülmüştür.

Bu durum, literatürde yer alan çalışmalarla da yüksek düzeyde örtüşmektedir. Baran (2020), Sağlam (2008) ile Şad ve Göktaş (2013), alternatif ölçme ve değerlendirme yöntemlerinin öğretmen eğitimi programlarında yeterince benimsenmediğini ve uygulamada sınırlı kaldığını belirtmektedir. Ayrıca, Stillman (2010) da modelleme gibi süreç temelli etkinliklerde yalnızca geleneksel sınavların yetersiz olduğunu vurgulamıştır. Bu bağlamda, öğretmen adaylarının öğrenme süreçlerinin daha kapsamlı ve nitelikli biçimde değerlendirilebilmesi için alternatif yöntemlerin (örneğin portfolyo, performans değerlendirme, akran değerlendirme vb.) yaygınlaştırılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Fen ve matematik eğitimi özelinde alternatif değerlendirme yaklaşımlarının kullanımı, öğrencilerin bilgiyi pasif biçimde almak yerine aktif olarak yapılandırmalarına ve üst düzey düşünme becerilerini geliştirmelerine katkı sağlamaktadır (Olkun & Toluk, 2007; NCTM, 2000). Alternatif değerlendirme, aynı zamanda öğrencilerin gelişimini daha uzun vadeli ve çok boyutlu bir bakış açısıyla izlemeyi mümkün kılmakta, bu yönüyle öğrenme süreçlerini daha şeffaf ve yapılandırılmış hale getirmektedir.

Bulgular, öğretim elemanlarının alternatif ölçme-değerlendirme yaklaşımlarına dair kuramsal bir farkındalığa sahip olduklarını ancak bu farkındalığın uygulamaya yeterince yansımadığını göstermektedir. Alternatif yöntemlerin teori düzeyinde tanınıyor olması olumlu bir gelişme olarak değerlendirilmekle birlikte, bu farkındalığın sınıf içi uygulamalara

taşınamaması, öğretmen adaylarının değerlendirme yeterliklerinin gelişimini sınırlandırmaktadır.

Sonuç olarak araştırmada elde edilen bulgular, mevcut ölçme-değerlendirme uygulamalarının daha çağdaş ve süreç odaklı yaklaşımlarla desteklenmesi gerektiğini göstermekte; ulusal ve uluslararası literatürle güçlü bir paralellik sergilemektedir. Özellikle matematiksel modelleme gibi yaparak-yaşayarak öğrenmeye dayalı etkinliklerin etkili bir şekilde değerlendirilebilmesi için, ölçme-değerlendirme anlayışının da bu yaklaşıma uygun biçimde yeniden yapılandırılması gerekmektedir.

Araştırmanın üçüncü araştırma sorusu kapsamında ihtiyaç analizi sonrası hazırlanan matematiksel modelleme dersi öğretim programı 14 haftalık süreyle ilköğretim matematik ve matematik öğretmenliği lisans programı öğrencilerine uygulanmıştır. Uygulama esnasında 2 uzman tarafından dersin takibi yapılmıştır. Sonrasında ise 11 öğretmen adayı ile mülakatlar yapılmıştır.

Araştırmacı ve uzman gözlemciler tarafından ders süreci boyunca toplanan veriler, dersin içeriği, öğrenme-öğretme yöntemleri, değerlendirme süreçleri, fiziksel ortam ve zaman yönetimi gibi farklı boyutlarda incelenmiştir. Yapılan gözlemler, dersin genel olarak başarılı bir şekilde işlendiğini göstermektedir. Ancak, bazı öğrencilerin özellikle karmaşık modelleme etkinliklerinde zorlandıkları ve daha fazla destek ihtiyacı duydukları tespit edilmiştir. Bu durum, gelecek çalışmalar için öğretmenlerin öğrencilerin bireysel farklılıklarını göz önünde bulundurarak daha fazla destekleyici öğretim stratejileri geliştirmelerinin önemini ortaya koymaktadır.

Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme dersine yönelik genel olarak olumlu bir tutum sergiledikleri görülmüştür. Öğretmen adayları özellikle dersin interaktif ve öğrenci merkezli yapısını takdir etmişlerdir. Ancak, bazı öğretmen adayları, özellikle karmaşık modelleme problemlerinde zorlandıklarını ve daha fazla destek ihtiyacı duyduklarını belirtmişlerdir. Bu sonuç dersi takip eden uzmanların açıklamalarıyla desteklenmektedir. Değerlendirme süreçleri hakkında yapılan değerlendirmede, öğretmen adaylarının çeşitli değerlendirme yöntemlerinin kullanılmasından memnun oldukları görülmüştür. Ancak, bazı öğretmen adayları, sık sık yapılan quiz sınavlarının yük yarattığını ifade etmişlerdir. Öğretim sürecinin genel olarak etkili olduğu değerlendirilse de öğretmen adaylarının daha fazla uygulama yapma ihtiyacı duydukları ve bazı konularda ek açıklamalara ihtiyaçları olduğu belirtilmiştir. Bu durum, gelecekteki uygulamalarda daha fazla örnek ve uygulamaya yer verilmesi gerektiğini göstermektedir.

Araştırmanın son araştırma sorusu kapsamında öğretim programı, kapsamlı bir revizyon sürecinden geçirilerek güncellenmiştir. Programın temel amacı, matematiksel modelleme becerilerini geliştirmek ve öğretmen adaylarının matematiksel düşünme yeteneklerini güçlendirmek olarak belirlenmiştir. Bu amaç doğrultusunda, programın içeriği, öğrenme çıktıları ve değerlendirme süreçlerinde önemli değişiklikler yapılmıştır. İhtiyaç analizi sonuçlarına dayanarak, programın içeriği daha da özelleştirilmiş ve öğretmen adaylarının ihtiyaçlarına cevap verecek şekilde yapılandırılmıştır. Özellikle, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ile gerçek hayat problemleri arasında bağlantı kurabilmelerine olanak tanıyan etkinliklere daha fazla yer verilmiştir. Öğrenme çıktıları, matematiksel modelleme sürecinin tüm aşamalarını kapsayacak şekilde yeniden düzenlenmiş ve sayısı azaltılarak öğretmen adaylarının daha iyi odaklanmaları sağlanmıştır.

Değerlendirme süreçleri çeşitlendirilerek, öğretmen adaylarının hem bireysel hem de grup olarak gelişimleri takip edilmiştir. Hem geleneksel sınavlar hem de performans değerlendirme araçları kullanılarak öğrencilerin farklı yönlerden değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, öğretmen adaylarının geri bildirim almaları ve öğrenme süreçlerine aktif olarak katılmaları teşvik edilmiştir. Öğretim materyalleri ve kaynaklar güncellenerek, öğretmen adaylarının ilgisini çekecek ve öğrenmeyi kolaylaştıracak şekilde düzenlenmiştir. Özellikle, teknolojik araçların kullanımı teşvik edilerek öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini geliştirmeleri amaçlanmıştır. Sonuç olarak, yapılan revizyonlarla daha öğrenci merkezli, etkin ve güncel bir matematiksel modelleme öğretim programı oluşturulmuştur. Bu programın, öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerini geliştirmelerine ve gerçek hayat problemlerine matematiksel çözümler üretebilmelerine önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Hazırlanan öğretim programında 21. yüzyıl becerileri kapsamında Bloom taksonomisine uygun hedefler oluşturulmuş 14 öğrenme çıktısı belirlenmiştir. Haftalık iki ders saati olacak şekilde düzenlenen programda içerik oluşturmada doğrusal yaklaşım benimsenmiş olup alan yazınına uygun modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş dokuz hafta sürecek teorik kısım hazırlanmıştır. Teorik kısımda sadece konu anlatımı yapılmamış ayrıca bu haftalarda dersin son bölümlerinde matematiksel modelleme etkinlikleri çözülmüştür. Daha sonra iki hafta boyunca farklı modelleme etkinliklerinin çözümünün yapılması önerilmiştir. Kalan üç hafta ise öğretmen adaylarının proje ödevlerinin sunumları için ayrılmıştır. Demirel'in (2012) program geliştirme modelinin kullanıldığı tasarıda ilerlemecilik eğitim felsefesi benimsenmiş; bireylerin ihtiyaçlarının önemsendiği, problem çözme yönteminin merkezde olduğu, demokratik sınıf ortamına uygun ve öğrenci merkezli

yaklaşım ile ele alınmıştır. Yapılandırmacı yaklaşıma uygun K-12 beceriler çerçevesinde geleneksel ve alternatif öğretim yöntem ve stratejileri önerilmiştir. Ölçme ve değerlendirme boyutunda ise Web 2.0 araçları ile zenginleştirilmiş biçimlendirici ve süreç değerlendirme kullanılmıştır. Vize ve final sınavlarının yanında haftalık quiz sınavları ile araştırma ödevleri ve dönem sonu proje ödevi hazırlanması ölçme ve değerlendirme boyutunda kullanılan araçlar olmuştur.

Öneriler

Bu çalışmada geliştirilen matematiksel modelleme dersi öğretim programı, ortaokul ve lise matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerini geliştirerek, öğretmenlik mesleğine hazırlanmalarına katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Program, öğretmen adaylarının matematiksel modellemeyi kendi sınıf ortamlarında etkili bir şekilde uygulayabilmeleri için gerekli bilgi ve becerileri kazandırması hedeflenmektedir. Bu sayede, öğretmen adayları, matematiksel modelleme süreçlerini anlamalı ve öğrencilerine aktarabilmelidir. Bu çalışmanın, diğer eğitim fakültelerindeki matematik öğretmen yetiştirme programlarına da örnek teşkil edebileceği düşünülmektedir. Çalışmanın sonuçları, ileriye dönük araştırmalar için bir zemin oluşturmaktadır. Bu bağlamda, şu önerilerde bulunulabilir:

- Farklı sınıf düzeylerine uygun, zenginleştirilmiş ve çeşitlendirilmiş matematiksel modelleme etkinlikleri geliştirilerek ders içeriklerine sistematik biçimde entegre edilmelidir (Blum, 2011; Czoher, 2016).
- Öğretim programında yer alan içerikler güncel kaynaklarla yeniden yapılandırılmalı ve modelleme süreçlerini destekleyecek örnek ders planları öğretim elemanlarıyla paylaşılmalıdır. Bu bağlamda, çalışmada sunulan ders planı öğretmenler için örnek bir kaynak olarak değerlendirilebilir.
- Matematiksel modelleme öğretiminde kullanılacak ortak bir öğretim programı geliştirilerek, Türkiye genelindeki eğitim fakültelerinde bu programın bütüncül bir şekilde uygulanması sağlanmalıdır.
- Dersin ismi yaygın kullanımın aksine “Matematik Eğitiminde Modelleme” yerine “Matematiksel Modelleme” şeklinde olması daha uygun olacaktır.
- Öğretim elemanlarının yalnızca teorik bilgi aktarımıyla yetinmeyip, modelleme sürecinin uygulamalı yönlerine daha fazla ağırlık vermeleri teşvik edilmelidir (Galbraith & Stillman, 2006). Bu amaçla ders planlarında uygulamalı haftalara özel zaman dilimleri ayrılmalıdır.

- Öğretmen adaylarının aktif katılımını sağlayacak grup çalışmaları, problem temelli öğrenme ve drama gibi iş birlikçi yöntemlere daha fazla yer verilmelidir (Albayrak, 2023; Kasım, 2023).
- Geogebra, artırılmış gerçeklik ve benzeri çağdaş dijital araçlar, modelleme etkinliklerine entegre edilerek öğretim süreci daha etkileşimli hale getirilmelidir (Borromeo Ferri, 2018).
- Yaygın kullanılan ölçme yöntemlerinin yanında; portfolyo, proje değerlendirme, öz değerlendirme ve akran değerlendirme gibi alternatif ölçme ve değerlendirme yaklaşımları etkin biçimde kullanılmalıdır (Stillman, 2010; NCTM, 2000).
- Özellikle portfolyo uygulaması, öğrencilerin süreç temelli gelişimlerinin izlenebilmesi için standart bir araç olarak kullanılmalı ve ölçme sürecinin ayrılmaz bir parçası haline getirilmelidir.
- Üniversitelerde yer alan program içerikleri ve ölçme-değerlendirme bilgileri, öğrencilere yol gösterecek şekilde düzenli olarak güncellenmelidir.
- Matematiksel modelleme derslerinde kuramsal içerik azaltılarak, uygulama ağırlıklı öğretim tasarımlarına öncelik verilmelidir (Baş & Nural, 2023; Özkan vd., 2005).
- Öğretim programlarının güncellenme sürecinde farklı disiplinlerden uzmanların katılımıyla oluşturulan çalışma gruplarından ve veri temelli yaklaşımlardan yararlanılmalıdır. Bu iş birlikçi yaklaşım, programların etkililiğini ve yenilikçiliğini artıracaktır.
- Öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri, eleştirel düşünme, problem çözme ve yaratıcılık gibi 21. yüzyıl becerilerini kazanabilmeleri için öğrenme ortamları bu becerilere yönelik olarak yeniden tasarlanmalıdır.
- Programların işleyişini izlemek, karşılaşılan sorunlara çözüm üretmek ve öğretmen eğitiminin niteliğini artırmak amacıyla eylem araştırması temelli yaklaşımlar benimsenmelidir.
- Yükseköğretimde program geliştirme çalışmalarının artırılması için araştırmacılara yönelik destek mekanizmaları güçlendirilmelidir.
- Bu çalışmada sunulan ders planı, öğretmenlere bir örnek teşkil etmektedir. Ancak, öğretim elemanları farklı öğrenci özelliklerini ve kurumsal koşulları göz önünde bulundurarak, sunulan öğrenme çıktıları doğrultusunda daha çeşitli ve özgün ders planları geliştirebileceklerdir.
- Bu araştırma, lisans seviyesinde program tasarımı ve geliştirme alanındaki literatüre önemli bir katkı sağlayarak, gelecekteki çalışmalara ilham verebilecek bir model teşkil etmektedir.

- Üniversite web sayfalarında yer alan bilgilerin güncel olması ve öğrencilere fayda sağlayacak şekilde güncellenmesi sağlanmalıdır.

KAYNAKÇA

- Abassian, A., Safi, F., Bush, S., & Bostic, J. (2020). Five different perspectives on mathematical modeling in mathematics education. *Investigations in Mathematics Learning*, 12(1), 53-65.
- Ağpak, H. (2014). *İkinci yabancı dil olarak arapça öğretiminde bir öğretim programı denemesi* (Tez No. 349025) [Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Albarracín, L., & Gorgorió N. (2020). Mathematical modeling projects oriented towards social impact as generators of learning opportunities. *A Case Study Mathematics* 8(11), 2034-2058. <https://doi.org/10.3390/math8112034>.
- Albayrak, H. (2023). *İlkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi* (Tez No. 860528), [Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi-Adana]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Alcı, B. (2014). Eğitim programı tasarımı ve modeller. H. Şeker. (Ed.). *Eğitimde Program Geliştirme* içinde (ss.71-88). Anı.
- Alkan, Y., & Aydın, M. (2021). Investigating the change in middle school students' mathematical modeling competencies according to their reading comprehension skills levels. *Journal of Theoretical Educational Science*, 14(4), 605-637.
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Addison Wesley Longman.
- Angrosino, M. (2007). *Doing ethnographic and observational research*. Sage.
- Arsal, Z. (1998). *Program geliştirme sürecinde ihtiyaç analizinin yeri ve nasıl yapıldığına ilişkin program geliştirme uzmanlarının görüşleri* (Tez No. 121568), [Yüksek lisans tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi-Bolu]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Arslan, N. (2024). *Matematiksel modelleme yaklaşımının öğretim ortamında kullanılmasına yönelik öğretmen ve öğretmen adaylarının görüşlerinin incelenmesi* (Tez No. 860300) [Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi-Adana]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Arum, R., & Roksa, J. (2011). *Academically adrift: Limited learning on college campuses*. University of Chicago Press

- Attard, C., & Holmes, K. (2020). *Technology enabled mathematics education: optimising student engagement*. Routledge.
- Aykaç, N., Kabaran, H., & Bilgin, H. (2014). Türkiye’de ve bazı Avrupa Birliği ülkelerindeki öğretmen yetiştirme uygulamalarının karşılaştırılmalı olarak incelenmesi (Almanya, Finlandiya, Fransa, İngiltere ve Türkiye Örneği). *Turkish Studies*, 9(3), 279-292.
- Azar, A. (2003). Okul Deneyimi ve Öğretmenlik Uygulaması Derslerine İlişkin Görüşlerin Yansımaları. *Millî Eğitim Dergisi*, 1(159), 1-10.
- Bahar Güner, H. Ö. (2019). *Sınıf öğretmenliği programı içinde yabancı dil olarak ingilizce öğretimine yönelik bir program tasarısı* (Tez No. 557911) [Doktora tezi, Anadolu Üniversitesi-Eskişehir]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Baker, C. K., & Galanti, T.M. (2017). Integrating STEM in elementary classrooms using model-eliciting activities: responsive professional development for mathematics coaches and teachers, *International Journal of STEM Education*, 4(1), 1-15.
- Baki, A., & Öztekin, B. (2003). Excel yardımıyla fonksiyonlar konusunun öğretimi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 11(2), 325-338.
- Baldwin, D., Walker, H. M., & Henderson, P. B. (2013). The roles of mathematics in computer science. *Acm Inroads*, 4(4), 74-80.
- Baran, H. (2020). Açık ve uzaktan eğitimde ölçme ve değerlendirme. *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, 6(1), 28-40.
- Barbosa, J. C. (2009). Mathematical modelling, the socio-critical perspective and the reflexive discussions. *Mathematical applications and modelling in the teaching and learning of mathematics*, 1(4), 133-144.
- Barnett, R. (2011). The idea of the university in the twenty-first century: Where’s the imagination? *Yükseköğretim Dergisi*, 1(2), 88-94.
- Basu, S., Biswas, G., Sengupta, P., Dickes, A., Kinnebrew, J. S., & Clark, D. (2016). Identifying middle school students’ challenges in computational thinking-based science learning. *Research and practice in technology enhanced learning*, 11(2), 1-35.
- Baş, H., & Nural, E. (2023). Türkiye’de öğretmen yetiştirme uygulamalarında yaşanan sorunların belirlenmesi ve çözüm önerilerine ilişkin öğretmen görüşlerinin değerlendirilmesi. *Eğitim Bilim ve Araştırma Dergisi*, 4(1), 16-46.
- Baş, T. (2013). *Anket nasıl hazırlanır?* Seçkin.
- Baykul, Y. (2002). *İlköğretimde matematik öğretimi (6-8. sınıflar için)*. Pegem Akademi.
- Berg, B. L. (2001). *Qualitative research methods for the social sciences* (4th ed.). Allyn and Bacon.
- Berry, J. & Houston, K. (1995). *Mathematical modelling*. J. W.Arrowsmith.
- Biber, T., & Özdemir, Y., (2015). Matematik öğretiminde matematiksel modelleme yaklaşımı. *Cito Eğitim: Kuram ve Uygulama*, 27(1), 39-50.
- Blomhøj, M. (2009). Different perspectives in research on the teaching and learning of mathematical modelling. In R. Lesh, P. Galbraith, C. Haines, & A. Hurford (Eds.), *Mathematical applications and modelling in the teaching and learning of mathematics* (pp. 1–10). Springer.
- Blomhøj, M., & Jensen, T. (2003). Developing mathematical modelling competence: conceptual clarification and educational planning. *Teaching Mathematics and its Applications*, 22(3), 123-139.

- Blomhøj, M., & Jensen, T. H. (2007). What's all the fuss about competencies? Experiences with using a competence perspective on mathematics education to develop the teaching of mathematical modelling. C. Haines, P. Galbraith, W. Blum & S. Khan (Eds.), In *Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI study* (pp. 45-56). Springer.
- Blomhøj, M., & Kjeldsen, T. H. (2006). Teaching mathematical modelling through project work: Experiences from an in-service course for upper secondary teachers. *ZDM*, 38(2), 163-177.
- Bloom, B., Englehart, M. Furst, E., Hill, W., & Krathwohl, D. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain*. Longmans.
- Blum, W. (2011). Can modelling be taught and learnt? Some answers from empirical research. *Trends in teaching and learning of mathematical modelling: ICTMA*, 14, 15-30.
- Blum, W. & Leiß, D. (2007). How do students' and teachers deal with modelling problems? C. Haines, P. Galbraith, W. Blum & S. Khan (Eds.), *Mathematical Modelling: Education, Engineering and Economics* (pp. 222-231). Horwood.
- Blum, W., & Borromeo Ferri, R. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt. *Journal of mathematical modelling and application*, 1(1), 45-58.
- Blum, W., & Leib, D. (2007). How do students and teachers deal with modelling problems. *Mathematical Modelling: ICTMA*, 12. (pp. 222-231).
- Blum, W., Galbraith, P. L., Henn, H. W., & Niss, M. (Eds.). (2007). *Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI study*. Springer.
- Bok, D.C. (2007). *Piyasa ortamında üniversiteler: Yükseköğretimin ticarileşmesi*. İstanbul Bilgi Üniversitesi.
- Boling, E. (2010). The need for design cases: Disseminating design knowledge. *International Journal of Designs for Learning*, 1(1), 1-8.
- Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, 9(2), 27-40.
- Bradley, D., Noonan, P., Nugent, H. & Scales, B. (2008). Review of Australian high education: Final report. *Canberra: Department of Education, Employment and Workplace Relations*.
- Bukova-Güzel, E. (2019). *Matematik eğitiminde matematiksel modelleme*. Pegem Akademi.
- Bukova-Güzel, E., Doğan M. F., & Özturan-Çelik, A. (2021). *Matematiksel modelleme: teoriden uygulamaya bütünsel bir bakış*. Pegem Akademi.
- Bümen, N. T. (2006). The evaluation of doctoral level" development and learning" and" instructional planning and evaluation" courses. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 6(1), 44-52.
- Büyükadıgüzel, Z. (2019). *Matematiksel modelleme etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin başarısına etkisinin ve öğrenci görüşlerinin incelenmesi* (Tez No. 589694) [Yüksek lisans tezi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi-Bolu]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Büyükkaragöz, S. S. (1997). *Program geliştirme: "Kaynak Metinler"*. Öz Eğitim.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2012) *Eğitimde Bilimsel Araştırma Yöntemleri* (11.baskı). Pegem Akademi.

- Cai, J., Cirillo, M., Pelesko, J., Bommero Ferri, R., Borba, M., Geiger, V., & Kaiser, G. (2014). *Mathematical modeling in school education: Mathematical, cognitive, curricular, instructional and teacher educational perspectives*. In Proceedings of the 38th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education and the 36th Conference of the North American Chapter of the Psychology of Mathematics Education (pp. 145-172). Springer.
- Can, R. Ş. (2024). *İlkokulda matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme ve üstbilişsel becerilerine etkisi* (Tez No. 848005) [Yüksek lisans tezi, Ege Üniversitesi-İzmir]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Carlson, M. A., Wickstrom, M. H., Burroughs, E. A., & Fulton, E. W. (2016). A case for mathematical modeling in the elementary school classroom. *Mathematical modeling and modeling mathematics*, 2(5), 121-29.
- Chamberlin, S. A. (2019). Chapter 1: The construct of affect in mathematical modeling. *Affect In Mathematical Modeling*, 5(4),15-28.
- Chamberlin, S. A., & Parks, K. (2020). A comparison of student affect after engaging in a mathematical modeling activity. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 8(3), 177-189.
- Chan, C. M. E. (2013). *Initial perspectives of teacher professional development on mathematical modelling in Singapore: Conceptions of mathematical modelling*. In *Teaching mathematical modelling: Connecting to research and practice* (pp. 405-413). Springer Netherlands.
- Chaudhary, G. K., & Kalia, R. (2015). Development curriculum and teaching models of curriculum design for teaching institutes. *International Journal of Physical Education, Sports and Health*. 1(4), 57-59.
- Christensen, L., Johnson, B., & Turner, L. (2014). *Research methods, design, and dnalysis*. Pearson.
- Cochrane, M. (2009). Planning to teach a Science lesson. In T. Liversidge, M. Cochrane, B. Kerfoot ve J. Thomas. (Eds.). *Teaching science* (pp. 41-69). Sage.
- Crabtree, B. F., & Miller, W. L. (1999). *Doing qualitative research*. Sage.
- Cresswell, J. (2013). *Qualitative inquiry & research design: Choosing among five approaches*. Sage.
- Creswell, J. W. (2002). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative*. Prentice Hall Upper Saddle River.
- Creswell, J. W. (2013). *Research design: Qualitative, quantitative and mixed methods approaches*. Sage.
- Çakan, M. (2019). *Ortaöğretim öğrencilerinin matematiksel modelleme problemlerine ilişkin çözüm yaklaşımlarının matematik öğretmenleri tarafından değerlendirilmesi* (Tez No. 550300) [Yüksek Lisans Tezi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi-Sivas]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Çavuşoğlu, N. (2016). *Ortaokul matematik öğretmenlerinin matematik uygulamaları dersinde matematiksel modelleme hakkında görüşlerinin incelenmesi* (Tez No. 430699) [Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi-İzmir]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Çelik-Özkeç, C. (2023). *Ortaokul matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme etkinlikleri hazırlama süreçlerinin incelenmesi* (Tez No. 822057) [Yüksek lisans tezi,

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi-Erzincan]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

- Çetinkaya, S. (2020). *Lise öğrencilerinin matematiksel modelleme sürecinde üst bilişsel becerilerinin incelenmesi* (Tez No. 633794) [Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Çevikbas, M., & Kaiser, G. (2020). Flipped classroom as a reform-oriented approach to teaching mathematics. *ZDM*, 52(7), 1291-1305.
- Çıray Özkara, F. (2016). *Sınıf öğretmenliği eğitimi için fen öğretimi dersleri öğretim programı tasarısı* (Tez No. 458647) [Doktora tezi, Anadolu Üniversitesi-Eskişehir]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Çilek, E. (2020). *Arapça konuşma becerileri derslerine yönelik yaratıcı drama odaklı bir öğretim programı önerisi* (Tez No. 643271) [Doktora tezi, Gazi Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Çiltaş, A. (2011). *Dizi ve seriler konusunun matematiksel modelleme yoluyla öğretiminin ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının öğrenme ve modelleme becerileri üzerine etkisi* (Tez No. 301126) [Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi-Erzurum]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Çiltaş, A., & Işık, A. (2013). Matematiksel modelleme yoluyla öğretimin ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının modelleme becerileri üzerine etkisi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 13(2), 1177-1194.
- Çolak, H. (2002). *Limit öğretiminde iki farklı eğitim durumunun karşılaştırılması* (Tez No. 113178) [Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Dede, A. T., & Yılmaz, S. (2015). 6. Sınıf öğrencilerinin bilişsel modelleme yeterlikleri nasıl geliştirilebilir?. *International Journal of New Trends in Arts, Sports & Science Education (IJTASE)*, 4(1), 49-63.
- Delikanlı, D. S. (2019). *Matematiksel modelleme etkinliklerinin ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin matematik başarı düzeylerine, tutumlarına ve kalıcılığına etkisi* (Tez No. 591948) [Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi-Adana]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Demirel, Ö. (1992). Türkiye’de program geliştirme uygulamaları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(1), 27-43.
- Demirel, Ö. (2005). *Öğretimde planlama ve değerlendirme: Öğretme sanatı* (8. baskı.). Pegem A.
- Demirel, Ö. (2006). *Kuramdan uygulamaya eğitimde program geliştirme* (9. baskı). Pegem A.
- Demirel, Ö. (2008). *Öğretim ilke ve yöntemleri öğretme sanatı*. PegemAkademi.
- Demirel, Ö. (2012). *Eğitimde program geliştirme*. Pegem Akademi.
- Demirkasımoğlu, N. (2017). Üniversite öğrencilerinin derste can sıkıntısına ilişkin görüşleri-öğretmen adayları üzerine bir araştırma. *Yükseköğretim Dergisi*, 7(1), 10-27.
- Deniz, D. (2014). *Ortaöğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme yöntemine uygun etkinlik oluşturabilme ve uygulayabilme yeterlikleri* (Tez No. 381602) [Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi-Erzurum]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Deresieviwicz, W. (2015). *Excellent sheep*. Franchu.

- Dışbudak, K. (2014). *Model oluşturma etkinliklerinin 6.sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve matematiğe karşı tutumlarına etkisi* (Tez No.381587) [Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Diefes-Dux, H. A., Zawojewski, J. S., Hjalmarson, M. A., & Cardella, M. E. (2012). A framework for analyzing feedback in a formative assessment system for mathematical modeling problems. *Journal of Engineering Education*, 101(2), 375-406.
- Dirlik, M. Z. (2015). *Eğitim programları ve öğretim ilke ve yöntemleri* (2. baskı). Pegem Akademi.
- Duran, B. (2023). *Matematiksel modelleme etkinliklerinin 8. sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerine etkisinin incelenmesi* (Tez No. 818018) [Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi-İstanbul]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Dursun, A. (2021). *Özel amaçlı Türkçe öğretim programı tasarısı: Sağlık Türkçesi öğretim programı* (Tez No. 678778) [Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi-İstanbul]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Eisner, E. W. (1991). What the arts taught me about education. *Art Education*, 44(5), 10-19.
- Eker, T. (2020). *Matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme etkinliklerinde karşılaştıkları güçlükler* (Tez No. 622999) [Yüksek lisans tezi Mersin Üniversitesi-Mersin]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Ekiz, D. (2015). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Anı.
- English, F. W., & Kaufman, R. A. (1975). *Needs Assessment: A Focus for Curriculum Development*.
- English, L. D. (2006). Mathematical modeling in the primary school: Children's construction of a consumer guide. *Educational Studies in Mathematics*, 63(3), 303- 323.
- English, L. D., & Watson, J. (2018). Modelling with authentic data in sixth grade. *ZDM*, 50(1), 103-115.
- English, L. D., & Watters, J. J. (2004). Mathematical modelling with young children. *International Group for the Psychology of Mathematics Education*.
- English, L. D., Fox, J. L., & Watters, J. J. (2005). Problem posing and solving with mathematical modeling. *Teaching Children Mathematics*, 12(3), 156-163.
- Erbaş, A. K., Çetinkaya, B., & Çakıroğlu, E. (2013). *Ortaöğretim matematik eğitiminde matematiksel modelleme: Hizmetiçi ve hizmetöncesi öğretmen eğitimi* (TÜBİTAK Proje No: 110K250).
- Erbaş, A. K., Kertil, M., Çetinkaya, B., Çakıroğlu, E., Alacacı, C., & Baş, S. (2014). Matematik eğitiminde matematiksel modelleme: Temel kavramlar ve farklı yaklaşımlar. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(4), 1-21.
- Erdem, A. R. (2018). *Bologna süreci ve yükseköğretimde kalite güvencesi*. Pegem Akademi.
- Erden, M. (1998). *Eğitimde program değerlendirme*. Anı.
- Erişen, Y. (1997). Program geliştirme modelleri üzerine bir inceleme. *Eğitim Yönetimi*, 3(3), 163-180.
- Ertürk, S. (2013). *Eğitimde "Program" geliştirme* (6. baskı). Edge Akademi.
- Ferri, R. B. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. *ZDM*, 38(1), 86-95.
- Ferri, R. B. (2013). Mathematical modelling in European education. *Journal of Mathematics Education at Teachers College*, 4(2), 18-25.

- Fırat, B. F. (2021). *Matematiksel modelleme etkinliklerinin altıncı sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerine, görsel matematik okuryazarlığı algılarına ve okuduğunu anlama becerilerine etkisi* (Tez No. 662517) [Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi-Adana]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Fox, J. (2006). A justification for Mathematical Modeling Experience in the Preparatory Classroom. *Queensland University of Technology*, 1(2), 221-228.
- Franke, M., & Ruwisch, S. (2010). *Didaktik des sachrechnens in der grundschule*. Springer.
- Frejd, P. (2013). Modes of modelling assessment—A literature review. *Educational Studies in Mathematics*, 84(1), 413-438.
- García, F. J., Maass, K., & Wake, G. (2010). Theory meets practice: Working pragmatically within different cultures and traditions. *Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies: ICTMA 13*, 445-457.
- Garfunkel, S., & Montgomery, M. (2016). *Guidelines for assessment and instruction in mathematical modeling education*. Consortium for Mathematics and Its Applications/Society for Industrial and Applied Mathematics. Bedford.
- Gay, L., Mills, G., & Airasian, P. (2012). *Educational research-competencies for analysis and applications* (10th. edition). Pearson.
- Geiger, V., Forgasz, H., Tan, H., Calder, N., & Hill, J. (2012). Technology in mathematics education. In *Research in mathematics education in Australasia 2008-2011* (pp. 111-141). Brill.
- Gelbal, S. (1991). Problem çözme. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(6), 167-173.
- Given, L. M. (2008). *The SAGE encyclopedia of qualitative research methods*. (Volumes 1 & 2). SAGE.
- Goos, M. & Bennison, A. (2008). Surveying the technology landscape: teachers' use of technology in secondary mathematics classrooms, *Mathematics Education Research Journal*, 20(3), 102–130.
- Gravemeijer, K. (2002). Preamble: From models to modeling. In K. Gravemeijer, R. Lehrer, B. Oers, & L. Verschaffel (Eds.), *Symbolizing, modeling and tool use in mathematics education* (pp. 7-22). Kluwer Academic.
- Gravemeijer, K. (2002). *Preamble: From models to modeling*. In *Symbolizing, modeling and tool use in mathematics education*. Springer.
- Greefrath, G., & Vorhölter, K. (2016). *Teaching and learning mathematical modelling: Approaches and developments from German speaking countries*. Springer Nature.
- Grouws, D.A. (1993). *Critical issues in problem solving instruction in mathematics*. Proceedings Of The China Japan U.S. Seminar On Mathematical Education. China.
- Güder, Y. (2019). *Matematiksel modelleme yoluyla disiplinler arası geçiş* (Tez No. 586541) [Doktora tezi, Adıyaman Üniversitesi-Adıyaman]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Gümüşsuyu-Şahin, B. (2024). *Matematiksel modelleme yönteminin denklem ve eşitsizlikler konusunda öğrencilerin akademik başarısına etkisi* (Tez No. 867689) [Yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi-Erzurum]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Gündüzalp, M. (2019). *11. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme becerilerinin incelenmesi* (Tez No. 572469) [Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi-İstanbul]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

- Güneş, F. (2012). Bologna süreci işe yükseköğretimde öngörülen beceri ve yetkinlikler. *Yükseköğretim ve Bilim Dergisi*, 2(1), 1-9.
- Hamilton, E. (2007). What changes are occurring in the kind of problem-solving situations where mathematical thinking is needed beyond school. Lesh, R.A., Hamilton, E., & Kaput, J.J. (Ed.). *Foundations for the future in mathematics education*, (pp. 1-16). Routledge.
- Hankeln, C. (2020). Mathematical modeling in Germany and France: A comparison of students' modeling processes. *Educational Studies in Mathematics*, 103(2), 209-229.
- Harrison, A. G. (2001). How do teachers and textbook writers model scientific ideas for students?. *Research in Science Education*, 31(1), 401-435.
- Harter, C.A., & Ku, H. (2007). The effects of spatial contiguity within computer-based instruction of group personalized two-step mathematics word problems. *Computers in Human Behavior*, 24(4), 1668-1685.
- Harvey, L., Geall, V., & Moon, S. (1997). Graduates' work: Implications of organizational change for the development of student attributes. *Industry and Higher Education*, 11(5), 287- 296.
- Hay, I. (2000). *Qualitative research methods in human geography*. Oxford University Press.
- Henning, H., & Keune, M. (2002). Modelling and spreadsheet calculation. In Vakalis, I., Hallett, D. H., Kourouniotis, C, Quinney, D., & Tzanakis, C. (Eds.), *Proceedings of the Second International Conference on the Teaching of Mathematics*. (pp. 101-110). Woodhead Publishing.
- Henning, H., & Keune, M. (2004) Levels of modelling competencies. In W. Blum, & H.-W. Henn (Eds.), *ICMI Study 14: Application and Modelling in Mathematical Education. PreConference Volume* (pp. 115-120). University of Dortmund Press.
- Henning, H., & Keune, M. (2007). Levels of modelling competencies. C. Haines, P. Galbraith, W. Blum & S. Khan (Eds.), *Modelling and Applications in Mathematics Education: The 14 th ICMI Study*. (pp. 225-232). Springer.
- Hubball H., & Gold, N. (2015). *Program uygulama bilimi ve lisans program reformu: Kuramın uygulamaya dönüştürülmesi*. (P. Wolf & J. C. Hughes, Eds; M. T. Atay, Çev. Ed.).
- Ishemo, R., Kira, E., & Komba, S. (2012). *Curriculum Development and Evaluation: A handbook for universty student teachers*. Lap Lambert Academic.
- Işık, K. N. (2018). *Ortaokul öğrencilerinin kesirlerle işlemler konusunu modelleme becerileri ve matematik tutumları arasındaki ilişkinin incelenmesi* (Tez No. 527272) [Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- İncikabı, S., (2020). *Matematiksel modelleme etkinliklerinin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerine ve öğretim deneyimlerine yansımalarının araştırılması* (Tez No. 625340) [Doktora tezi, Kastamonu Üniversitesi-Kastamonu]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- İncikabı, S. & Biber, A.(2020). Ortaokul matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme farkındalıklarının araştırılması. *Türk Akademik Yayınlar Dergisi (TAY Journal)*, 4(1), 55-72.
- Jensen, T. H. (2007). Assessing mathematical modelling competency. In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, and S. Khan (Eds.), *Mathematical modelling: Education, engineering and economics* (pp. 141-148). Horwood.

- Julie, C., & Mudaly, V. (2007). Mathematical modelling of social issues in school mathematics in South Africa. *Modelling and Applications in Mathematics Education: The 14 th ICMI Study*, 503-510.
- Kaiser, G., & Sriraman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. *ZDM*, 38(1), 302-310.
- Kaiser, G., & Stender, P. (2013). *Complex modelling problems in co-operative, self-directed learning environments. In Teaching mathematical modelling: Connecting to research and practice* (pp. 277-293). Springer Netherlands.
- Kandemir, M. A. (2011). *Modelleme etkinliklerinin öğrencilerin duyuşsal özelliklerine problem çözme ve teknolojiye ilişkin düşüncelerine etkisinin incelenmesi* (Tez No. 299321) [Doktora tezi, Balıkesir Üniversitesi-Balıkesir]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Kapur, J. N. (1989). *Maximum-entropy models in science and engineering*. John Wiley & Sons.
- Karacaoğlu, Ö. C. (2011). *Online eğitimde program geliştirme. İhtiyaç*.
- Karacaoğlu, Ö.C., (2011). *Eğitimde program geliştirme. İhtiyaç*.
- Karagöz, B. (2024). *Matematiksel modelleme etkinliklerinin ilkökul öğrencilerinin sayı hissi ve matematiğe yönelik tutumlarına etkisi* (Tez No. 852369) [Yüksek lisans tezi, Kastamonu Üniversitesi-Kastamonu]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Karakoç, C. (2007). *Okul öncesi eğitimde ana sınıfları ingilizce dersi için bir öğretim programı önerisi* (Tez No. 209634) [Yüksek lisans tezi, İnönü Üniversitesi-Malatya]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Karalı, D. (2013). *İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme hakkındaki görüşlerinin ortaya çıkarılması* (Tez No.336327) [Yüksek lisans tezi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi-Bolu]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Karasar, N. (2005). *Bilimsel araştırma yöntemi*. Nobel.
- Kasım, M. (2023). *Teknoloji destekli matematiksel modelleme yönteminin matematik öğrenme güçlüğü yaşayan ilkökul 4. sınıf öğrencisinin akademik başarısına etkisi* (Tez No. 799406) [Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi-İstanbul]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Kaufmann, O. T., & Stenseth, B. (2021). Programming in mathematics education. *International journal of mathematical education in science and technology*, 52(7), 1029-1048.
- Kavas, A. B., & Bugay, A. (2009). Öğretmen adaylarının hizmet öncesi eğitimlerinde gördükleri eksiklikler ve çözüm önerileri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(25), 13-21.
- Kaya, V. H., Polat, D., & Karamüftüoğlu, İ. O. (2014). Öğretmen adaylarının öğretmen yetiştirme ile ilgili görüşlerinin belirlenmesi. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 30(1), 569-584.
- Kayan, A. K. (2019). *Yüzdeleer öğretiminde matematiksel modelleme etkinlikleri kullanımının öğrencilerin başarısı ve matematiği günlük hayatla ilişkilendirme becerisine etkisi* (Tez No. 559058) [Yüksek lisans tezi, Trabzon Üniversitesi-Trabzon]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Kerr, C. (1968). *The urban-grant university: A Model For The Future*. The City College New York.

- Kertil, M. (2008). *Matematik öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin modelleme sürecinde incelenmesi* (Tez No. 221516) [Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi-İstanbul]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Keskin, Ö. Ö. (2008). *Ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yapabilme becerilerinin geliştirilmesi üzerine bir araştırma* (Tez No. 214541) [Doktora tezi, Gazi Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Kınık, M. (2010). *Güzel sanatlar fakülteleri müzik bölümlerinde bağlama dersi başlangıç düzeyine yönelik öğretim programı önerisi* (Tez No. 278539) [Doktora tezi, Selçuk Üniversitesi-Konya]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Kırlı, E. (2023). *İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlilikleri: Fermi problemleri uygulamaları* (Tez No. 787655) [Yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi-Balıkesir]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Kitzinger, J. (1995). Qualitative research: Introducing focus groups. *BMJ*, 311(7000), 299-302.
- Koç, D. (2021). *Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme becerisine ve matematiğe yönelik tutumuna etkisi (Manisa Celal Bayar Üniversitesi örneği)* (Tez No. 710140) [Yüksek lisans tezi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi-Manisa]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Kömür, B. (2024). *Alan ölçme ile ilgili matematiksel modelleme etkinlikleriyle yapılan öğretimin yedinci sınıf öğrencilerinin matematik okuryazarlıklarına, modelleme yeterliklerine ve matematik okuryazarlığı öz yeterliklerine etkisi* (Tez No. 860182) [Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi-Adana]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory Into Practice*, 41(4), 212-218.
- Kurt, Ö. (2019). *Matematiksel modelleme problemlerinin beşinci sınıf öğrencilerinin akademik başarı, geometri öz-yeterlilik ve matematiğe yönelik tutumlarına etkisinin incelenmesi* (Tez No. 557400) [Yüksek lisans tezi, Fırat Üniversitesi-Elâzığ]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Kurt, T. (2018, 11-13 Ekim). Yükseköğretimdeki dönüşümün lisans eğitimi üzerindeki etkileri: Eğitim fakülteleri örneği. *III. Uluslararası Yükseköğretim Çalışmaları Konferansı bildirileri*. Kayseri.
- Kurtuluş-Kayan, A. (2019). *Yüzdelere öğretiminde matematiksel modelleme etkinlikleri kullanımının öğrencilerin başarıları ve matematiği günlük hayatla ilişkilendirme becerisine etkisi* (Tez No. 559058) [Yüksek lisans tezi, Trabzon Üniversitesi-Trabzon]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Kutluca, T. (2009). Dokuzuncu sınıf matematik öğretim programında zorluk çekilen konuların belirlenmesi. *Education Sciences*, 4(2), 604-619.
- Küçükahmet, L. (2009). *Program geliştirme ve öğretim* (24. basım). Nobel.
- Kvale, S. (1994). *Interviews: An introduction to qualitative research interviewing*. Sage Publications.
- Läänemets, U., & Kalamees-Ruubel, K. (2013). The taba-tyler rationales. *Journal of the American Association for the Advancement of Curriculum Studies (JAAACS)*, 9(2), 15-25.
- Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Origins and evolution of model-based reasoning in mathematics and science. In R. Lesh, & H. M. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism:*

- Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching* (pp. 59-70). Lawrence Erlbaum.
- Leong, K. E. (2012). Assessment of mathematical modeling. *Journal of Mathematics Education at Teachers College*, 3(1), 61-65.
- Lesh, R. (2006). *New directions for research on mathematical problem solving. identities, cultures and learning spaces. Proceedings of the 29th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia, Canberra*. Adelaide.
- Lesh, R. A., & Lamon, S. J. (Eds.). (2013). *Assessment of authentic performance in school mathematics*. Routledge.
- Lesh, R. A., Hamilton, E., & Kaput, J. J. (Eds.). (2007). *Foundations for the future in mathematics education*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Lesh, R., & Doerr, H. M. (2003). *Beyond constructivism, models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Lesh, R., & Doerr, H.M. (2003). Foundations of models and modeling perspective on mathematics teaching, learning, and problem solving. In R. Lesh & H. M. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models and modelling perspectives on mathematics problem solving, learning and teaching* (pp. 3-33). Lawrence Erlbaum Associates.
- Lesh, R., & Lehrer, R. (2003). Models and modeling perspectives on the development of students and teachers. *Mathematical thinking and learning*, 5(3), 109-129.
- Lesh, R., Zawojewski, J. S., & Carmona, G. (2003). What mathematical abilities are needed for success beyond school in a technology-based age of information?. In *Beyond Constructivism* (pp. 205-222). Routledge.
- Lester, F.K. (1983). Trends and issues in mathematical problem-solving research. In R. Lesh & M. Landau, *Acquisition of mathematics concepts and processes* (pp. 229–261). Academic Press.
- Leveson, L. (2000). Disparities in perceptions of generic skills: academics and employers. *Industry and Higher Education*, 14(3), 157-164.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Sage.
- Lingefjärd, T. (2000). *Mathematical modeling by prospective teachers using technology* [Doctoral dissertation, University of Georgia-Georgia].<https://openscholar.uga.edu/record/19882?v=pdf>
- Lingefjärd, T. (2006). Faces of mathematical modeling. *ZDM*, 38(1), 96-112.
- Lunenberg, F. C. (2011). Curriculum development: Deductive models. *Schooling*, 2(1). 1-7.
- MaaB, K. (2006). *Modelling in classrooms: What do we want the students to learn. Mathematical Modelling (ICTMA 12): Engineering and Economy*. Ellis Horwood.
- Marshall, C. & Rossman, G. B. (2014). *Designing qualitative research*. Sage.
- Mason, J. (1988). Modelling: What do we really want pupils to learn? In D. Pimm (Eds.), *Mathematics, Teachers and Children* (pp. 201-215). Hodder and Stoughton.
- Mcardle, G. (2010). *Instructional design for action learning*. AMACOM.
- McCulloch, A.W., Lovett, J. N., Dick, L. K., & Cayton, C. (2021). Positioning students to explore math with technology. *Mathematics Teacher: Learning & Teaching PK–12*, 114(10), 738–749.

- McMillan, J., & Schumacher, S. (2010). *Research in education: Evidence-based inquiry* (7th ed.). Pearson.
- MEB (2017). Öğretmenlik mesleği genel yeterlikleri.
- Mengi, B. (2019). *Matematiksel modelleme yaklaşımının öğretim ortamında kullanılmasının 7.sınıf öğrencilerinin problem çözme ve üst düzey düşünme becerilerine etkisinin incelenmesi* (Tez No. 569916) [Yüksek lisans tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi-Eskişehir]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Merriam, S. B. (1998). *Qualitative research and case study applications in education* (2th ed.). Jossey-Bass.
- Mete, Y. A. (2013). Güney Kore, Japonya, Yeni Zelanda ve Finlandiya’da öğretmen yetiştirme ve atama politikaları, *Turkish Studies*, 8(12), 859-878.
- Michel, J. P., & Goldberg, J. (2021). Education, healthy ageing and vaccine literacy. *The Journal of Nutrition, Health and Aging*, 25(5), 698-701.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Sage Publications, Inc.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2018). *İlkokul matematik (1-4. Sınıflar) dersi öğretim programı*. MEB Yayınları.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2024). *Ortaokul matematik dersi öğretim programı (5, 6, 7 ve 8.Sınıflar)*. MEB Yayınları.
- Mourshed, M., Farrell, D., & Barton, D. (2012). *Education to employment: designing a system that works (n.p.): McKinsey Center for Government*. Retrieved from <https://www.creativitycultureeducation.org/publication/education-toemployment-designing-a-system-that-works>.
- Mumcu, H. Y., & Baki, A. (2017). Matematiği kullanma aktivitelerinde matematiksel modellemenin yorumlanması. *Ondokuz Mayıs University Journal of Education Faculty*, 36(1), 7-33.
- Murata, A., & Kattubadi, S. (2012). Grade 3 students’ mathematization through modeling: Situation models and solution models with mutli-digit subtraction problem solving. *The Journal of Mathematical Behavior*, 31(1), 15-28.
- Muşlu, M. (2016). *Doğal sayılarda işlemler konusunun öğretiminde matematiksel modelleme yönteminin öğrenci başarısına etkisi* (Tez No.433816) [Yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi-Erzurum]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Muşlu, M., & Çiltaş, A. (2016). Doğal sayılarda işlemler konusunun öğretiminde matematiksel modelleme yönteminin öğrenci başarısına etkisi. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(2). 330-343.
- Müller, G., & Wittmann, E. (1984). *Der mathematikunterricht in der primarstufe*. Vieweg.
- Nam, S. (2018). *Cebir öğretiminde model oluşturma etkinliklerinin 8. sınıf öğrencilerinin matematik başarısı ve tutumuna etkisi* (Tez No. 541705) [Yüksek lisans tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi-Van]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM] (2000). *Principles and standards for school mathematics*. NCTM Publications.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM] (2020). *Equitable Integration of Technology for Mathematics Learning*. NCTM Publications.

- Neuman, W. L. (2007). *Basics of social research: Qualitative and Quantitative Approaches*. (2nd ed.). Pearson Learning Solutions.
- Niss, M. (2004) Key issues and trends in research on mathematical education. In: Fujita H., Hashimoto Y., Hodgson B.R., Lee P.Y., Lerman S., & Sawada T. (Eds) *Proceedings of the Ninth International Congress on Mathematical Education* (pp. 37-38).
- Niss, M. (1988). Theme Group 3: *Problem solving, modeling, and applications*. In A. Hirst, and K. Hirst (Eds.), *Proceedings of The Sixth International Congress on Mathematical Education* (pp. 237-252). János Bolyai Mathematical Society.
- Niss, M. A., & Højgaard, T. (2011). *Competencies and mathematical learning: Ideas and inspiration for the development of mathematics teaching and learning in Denmark*. Springer.
- Niss, M., Blum, W., & Galbraith, P. (2007). Introduction. In W. Blum, P. Galbraith, HW. Henn & M. Niss. (Eds.) (2007), *Modelling and Applications in Mathematics Education. The 14th ICMI Study* (pp 3–32). Springer Science + Business Media.
- Noe, R. (2009). *İnsan kaynaklarının eğitimi ve gelişimi*, (C. Çetin, Çev. Ed). İstanbul Beta.
- Norman, E., Fraenkel, J., & Hyun, H. (2012). *How to design and evaluate research in education*. Springer.
- Norton, R. E. (1997). *DACUM Handbook. Leadership Training Series No. 67*. The Ohio State University Press.
- Olivia, P. (1997). *Curriculum development*. London Press.
- Olkun, S. & Toluk Z. U. (2007). *İlköğretimde etkinlik temelli matematik öğretimi*. Maya Akademi.
- Orey, D. C., & Rosa, M. (2018). Developing a mathematical modelling course in a virtual learning environment. *ZDM*, 50(1), 173-185.
- Ornstein, A., & Hunkins, F. (2009) *Curriculum: Foundations, principles and issues* (5th ed.). Pearson/Allyn and Bacon.
- Önlen, M. (2022). *Sosyal bilgiler dersinde matematiksel modelleme etkinlikleriyle finansal okuryazarlık becerisinin geliştirilmesi* (Tez No. 714639) [Doktora tezi, Kastamonu Üniversitesi-Kastamonu]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Özdemir, A. (2021). *Matematiksel modelleme etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin duyuşsal özelliklerine etkisi* (Tez No. 701987) [Yüksek lisans tezi, Kocaeli Üniversitesi-Kocaeli]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Özdemir, A. Ş., & Çanakçı, O. (2005). Okul deneyimi 1 dersinin öğretmen adaylarının öğretim-öğrenme kavramlarına ve öğretmen-öğrenci rollerine bakış açıları üzerindeki etkileri. *İlköğretim-Online*, 4(1), 73-80.
- Özer, A. Ö. (2016). *Ortaöğretim öğrencilerine yönelik matematiksel modellemeye dayalı bir uygulama tasarımı ve tasarım sürecini şekillendiren müdahaleler* (Tez No. 430720) [Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi-İzmir]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Özkan, H. H., Albayrak, M., & Berber, K. (2005). Öğretmen adaylarının ilköğretim okullarında yaptıkları öğretmenlik uygulamasının yetişmelerindeki rolü. *Millî Eğitim Dergisi*, 33(1), 168-179.
- Perk, E. (2019). *Fonksiyonlar konusunun öğretiminde matematiksel modelleme yönteminin meslek lisesindeki öğrenci başarısına etkisi* (Tez No. 556108) [Yüksek lisans tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi-Konya]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

- Pollak, H. O. (1979). The interaction between mathematics and other school subjects. *New Trends in Mathematics Teaching*, 2(1), 232-248.
- Porche, D. J. (2004). *Public and community health nursing practice: A population-based approach*. Sage.
- Ramos-Rodríguez, E., Fernández-Ahumada, E., & Morales-Soto, A. (2021). Effective teacher professional development programs. A case study focusing on the development of mathematical modeling skills. *Education Sciences*, 12(1), 2-14.
- Reeves, G., & Jauch, L. R. (1978). Curriculum development through Delphi. *Research in Higher Education*, 8(2), 157-168.
- Richey, R. C., & Klein, J. D. (2014). Design and development research. In *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 141-150). Springer.
- Richey, R. C., Klein, J. D., & Nelson, W. A. (2004). *Developmental research: Studies of instructional design and development*. *Handbook of research for educational communications and technology*. Springer.
- Riyanto, B., & Putri, R. I. I. (2019). Senior high school mathematics learning through mathematics modeling approach. *Journal on Mathematics Education*, 10(3), 425-444.
- Rodríguez-Gallegos, R., & Quiroz-Rivera, S. (2015). Developing modelling competencies through the use of technology. *Mathematical Modelling in Education Research and Practice: Cultural, Social and Cognitive Influences*, 1(1), 443-452.
- Sağıroğlu, D. (2018). *Matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme yöntemine yönelik etkinlik oluşturma ve uygulama süreçlerinin incelenmesi* (Tez No. 523093) [Yüksek lisans tezi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi-Zonguldak]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Sağlam, A., Avcı, N., & İyibil, Ü. (2008). Fizik öğretmen adaylarının alternatif ölçme-değerlendirme yöntemlerini algılama düzeyleri. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(11), 115-128.
- Sağlam, M. (2008). Eğitim ve öğretim programlarının kapsamı. K. Selvi (Ed.). *Öğretim ilke ve yöntemleri içinde* (ss. 19-42). Anadolu Üniversitesi Yayını.
- Sağlam, M. (2011). Türk eğitim sisteminde ve öğretmen eğitiminde yapısal düzenlemeler ve program geliştirme çalışmaları. S. A. Kilimci. (Ed.). *Türkiye’de öğretmen yetiştirme içinde* (ss.137-180). Pegem Akademi.
- Sak, R., Sak, İ. T. Ş., Şendil, Ç. Ö., & Nas, E. (2021). Bir araştırma yöntemi olarak doküman analizi. *Kocaeli Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 4(1), 227-256.
- Saka E., (2016). *Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme problemlerini çözme sürecinde teknolojinin rolü* (Tez No. 448305) [Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi- Trabzon]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Sandalcı, Y. (2013). *Matematiksel modelleme ile cebir öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarına ve matematiği günlük yaşamla ilişkilendirmelerine etkisi* (Tez No. 347224) (Yüksek lisans tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi-Rize]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Sarımurat, A. (2024). *İlköğretim matematik öğretmen adaylarının ters yüz öğrenme bağlamında matematiksel modelleme sürecinde yaşadığı zorluklar: Fonksiyonlar örneği* (Tez No. 898162) [Yüksek lisans tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi-Van]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

- Schaap, S., Vos, P., & Goedhart, M. (2011). Students overcoming blockages while building a mathematical model: Exploring a framework. *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling: ICTMA14*, 137-146.
- Schoenfeld, A. H. (1992). On paradigms and methods: What do you do when the ones you know don't do what you want them to? Issues in the analysis of data in the form of videotapes. *The Journal of the Learning Sciences*, 2(2), 179-214.
- Schukajlow, S., Kaiser, G., & Stillman, G. (2018). Empirical research on teaching and learning of mathematical modelling: A survey on the current state-of-the-art. *ZDM*, 50(1), 5-18.
- Seidman, I. (2006). *Interviewing as qualitative research: A guide for researchers in education and the social sciences*. Teachers College Press.
- Semerci, Ç., & Semerci, N. (2001). Program geliştirmede Delphi, Dacum ve meslek analizi. *Firat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(2), 241-250.
- Sinclair, N., & Patterson, M. (2018). The dynamic geometrisation of computer programming. *Mathematical Thinking and Learning*, 20(1), 54-74.
- Skolverket, S. (1997). *Kommentar till grundskolans kursplan och betygskriterier i matematik* [Commentary on the Comprehensive School Curriculum and Marking Criteria in Mathematics]. Liber Utbildningsförlaget.
- Skovsmose, O. (2000). Aporism and critical mathematics education. *For the Learning of Mathematics*, 20(1), 2-8.
- Sole, M. A. (2013). *A primer for mathematical modeling*. Guttman.
- Sönmez, V. (2012). *Program geliştirmede öğretmen el kitabı* (18. baskı). Anı.
- Sriraman, B., & English, L. D. (Eds.). (2010). *Theories of mathematics education: Seeking new frontiers* (pp. 309-331). Springer.
- Stacey, K. (2011). The PISA view of mathematical literacy in Indonesia. *Journal on Mathematics Education*, 2(2), 95-126.
- Stake, R. E. (2010). *Qualitative research: Studying how things work*. The Guilford.
- Stillman, G., Galbraith, P., Brown, J., & Edwards, I. (2007). A framework for success in implementing mathematical modelling in the secondary classroom. *Mathematics: Essential Research, Essential Practice*, 2(1), 688-697.
- Suh, J. M., Matson, K., & Seshaiyer, P. (2017). Engaging elementary students in the creative process of mathematizing their world through mathematical modeling. *Education Sciences*, 7(2), 62.
- Şad, S. N., & Göktaş, Ö. (2013). Öğretim elemanlarının geleneksel ve çağdaş ölçme değerlendirme yaklaşımlarının incelenmesi. *Ege Eğitim Dergisi*, 14(2), 79-105.
- Şahin, N. (2014). *İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin model oluşturma etkinlikleri üzerindeki düşünme süreçleri* (Tez No. 363181) [Yüksek lisans tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi-Samsun]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Şahin, N. (2019). *İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin bilişsel modelleme yeterliklerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi* (Tez No. 601972) [Doktora tezi, On Dokuz Mayıs Üniversitesi-Samsun]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Şahin, N., & Eraslan, A. (2017). Fourth-grade primary school students' thought processes and challenges encountered during the butter beans problem. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 17(1). 105-127.

- Şahin, S. (2019). *Matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme problemi hazırlama becerilerinin incelenmesi* (Tez No. 589062) [Doktora tezi, Adıyaman Üniversitesi-Adıyaman]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Şendağ, S., & Gedik, N. (2015). Yükseköğretim dönüşümünün eşliğinde Türkiye’de öğretmen yetiştirme sorunları: Bir model önerisi. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 5(1), 70-91.
- Şen-Zeytun, A. (2013). *Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme süreçlerinin ve bu sürece etki eden faktörlere ilişkin görüşlerinin incelenmesi* (Tez No. 341056) [Doktora tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Taşlı, M., (2022). *Matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme hakkındaki düşüncelerinin incelenmesi* (Tez No. 738633) [Yüksek lisans tezi, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi-Erzincan]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Tanner, B. B. (2021). *A qualitative exploration of instructional designers' transition from preparation to practice* (Publication No. 28771234) [Doctoral dissertation, Brigham Young University]. ProQuest Dissertations and Theses Global.
- Tayyar M. (2024). *Matematik öğretmen adaylarının üst bilişsel becerilerinin matematiksel modelleme sürecindeki rolü* (Tez No. 868682) [Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi-İstanbul]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Taylor, M. C. (2010). *Crisis on campus*. Alfred A. Knopf
- Tekin-Dede, A. (2015). *Matematik derslerinde öğrencilerin modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi: bir eylem araştırması* (Tez No. 395238) [Doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi-İzmir] Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Tekin-Dede, A., & Bukova-Güzel, E. (2018). A rubric development study for the assessment of modeling skills. *The Mathematics Educator*, 27(2), 33-72.
- Thijs, A., & Van Den Akker, J. (2009). *Curriculum in development*. Netherlands Institute for Curriculum Development (SLO).
- Todos. (2020). *The mo(ve)ment to prioritize antiracist mathematics: Planning for this and every school year*. Tempe, AZ: Author.
- Toker, S. (2018). *Güzel sanatlar fakültelerinde yürütülen bireysel ses eğitimi dersine yönelik öğretim programı modeli* (Tez No. 510841) [Doktora tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi-Konya]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Topçu, A. (2023). *Matematiksel modelleme etkinliklerinin yedinci sınıf öğrencilerinin matematik okuryazarlıklarına, okuryazarlık özyeterliliklerine, derse katılımlarına ve tutumlarına etkisi* (Tez No. 841663) [Yüksek lisans tezi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi-Burdur]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Toy, S. (2019). *Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme süreçlerinin incelenmesi* (Tez No. 603671) [Yüksek lisans tezi, Boğaziçi Üniversitesi-İstanbul]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Tracey, M. W., & Hutchinson, A. (2016). Uncertainty, reflection, and designer identity development. *Design Studies*, 42(1), 86-109.
- Turan-Sönmez, M. (2016). *Yedinci sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme etkinlikleriyle matematikselleştirme süreçlerinin ve finansal okuryazarlıklarının incelenmesi* (Tez No. 443568) [Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

- Tyler, R. W. (1949). *Basic principle of curriculum and instruction*. Universty of Chicago Press.
- Tyler, R. W. (2014). *Eğitim programlarının ve öğretimin temel ilkeleri*. (Çev. Rüzgar, E. & Aslan, B.). Pegem Akademi.
- Ulu, M. (2017). Examining the mathematical modeling processes of primary school 4th-grade students: Shopping problem. *Universal Journal of Educational Research*, 5(4), 561-580.
- Ural, A. (2018). *Matematiksel modelleme eğitimi*. Anı.
- Urhan, S., & Dost, Ş. (2016). Matematiksel modelleme etkinliklerinin derslerde kullanımı: öğretmen görüşleri. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 15(59), 1279-1295.
- Uyen, B. P., Tong, D. H., & Lien, N. B. (2022). The effectiveness of experiential learning in teaching arithmetic and geometry in sixth grade. *In Frontiers in Education*, 7(1), 55-76.
- Uzunboylu, H., & Hürsen, Ç. (2012). *Eğitim programları ve değerlendirilmesi*. Pegem Akademi.
- Van de Walle, J., Karp, K., Bay-Williams, J. M., Brass, A., Bentley, B., Ferguson, S., & Wilkie, K. (2019). *Primary and middle years mathematics: teaching developmentally*. Pearson Australia.
- Variş, F. (1988). Eğitim fakültelerinde programlar ve öğretim. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences (JFES)*, 21(1), 223-230.
- Variş, F. (1994). *Eğitimde program geliştirme* (6. baskı). Alkım.
- Vasquez, J. A., Cary, S., & Comer, M. (2013). *STEM lesson essentials, grades 3-8: Integrating science, technology, engineering, and mathematics*. Sega.
- Voskoglou, M. (2006). A stochastic model for the modeling process. In C. Haines P. Galbraith W. Blum and S. Khan (Eds.), *Mathematical modeling: education, engineering and economics* (pp. 149–157). ICTMA12, Horwood Pub.
- Watters, J. J., English, L. D., & Mahoney, S. (2004). Mathematical modeling in the elementary school. *In American Educational Research Association Annual Meeting*.
- Wiles, J. & Bondi, J. (2007). *Curriculum development: A guide to practice*, (7th ed.) , Upper Saddle River, Prentice Hall .
- Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 366(1881), 3717-3725.
- Witkin, B. R., & Altschuld, J. W. (1995). *Planning and conducting needs assessments: A practical guide*. Sage.
- Wulf, K., & Schave, B. (1984). *Curriculum design: A handbook for educators*. Jossey-Bass.
- Yadav, A., & Lachney, M. (2022). Teaching with, about, and through technology: Visions for the future of teacher education. *Journal of Technology and Teacher Education*, 30(2), 189-200.
- Yaşar, Ş. (2014). Eğitimde program geliştirmeyi etkileyen sosyo-kültürel etmenler. *Uluslararası Eğitim Programları ve Öğretim Çalışmaları Dergisi*, 3(6), 1-7.
- Yazıcı, H., & Koca, M. K. (2014). *Özel öğretim yöntemleriyle sosyal bilgiler öğretimi*. (3. baskı). Pegem akademi.

- Ye, H., Liang, B., Ng, O. L., & Chai, C. S. (2023). Integration of computational thinking in K-12 mathematics education: A systematic review on CT-based mathematics instruction and student learning. *International Journal of STEM Education*, 10(1), 3-18.
- Yenmez, A. A., Erbas, A. K., Alacaci, C., Cakiroglu, E., & Cetinkaya, B. (2017). Evolution of mathematics teachers' pedagogical knowledge when they are teaching through modeling. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 5(4), 317-332.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin.
- Yıldırım, Z., & Işık, A. (2014). The effects of mathematical modelling activities to academic achievement of the fifth grade students in mathematics course. *Kastamonu Education Journal*, 23(2), 581-600.
- Yükseköğretim Kurumu. (2023). *Yeni Öğretmen Yetiştirme Lisans Programları*. https://www.yok.gov.tr/Documents/Kurumsal/egitim_ogretim_dairesi/Yeni-Ogretmen-Yetistirme-Lisans-Programlari/Ilkogretim_Matematik_Lisans_Programi.
- Yükseköğretim Kurulu. (2010a). *Türkiye yükseköğretim yeterlilikler çerçevesi (TYYÇ)*. <http://tyyc.yok.gov.tr/?pid=20> adresinden 10 Ağustos 2024 tarihinde edinilmiştir.
- Yükseköğretim Kurulu. (2010b). *Yükseköğretimde yeniden yapılanma: 66 Soruda Bologna süreci uygulamaları*. http://www.yok.gov.tr/documents/10279/30217/yuksekogretimde_yeniden_yapilanma_66_soruda_bologna_2010.pdf.
- Zawojewski, S. J., & Lesh, R. (2003). A models and modeling perspective on problem solving. In R. Lesh ve H. M. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: a models and modeling perspective on mathematics problem solving, learning and teaching* (pp. 317-336). Lawrence Erlbaum Associates.
- Zawojewski, J. S., Lesh, R., & English, L. (2003). A models and modeling perspective on the role of small group learning activities. *Beyond constructivism: models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching*, (pp. 337-358). Lawrence Erlbaum Associates.
- Zbiek, R. M., & Conner, A. (2006). Beyond motivation: Exploring mathematical modeling as a context for deepening students' understandings of curricular mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 63(1), 89-112.
- Zeytun, A. (2013). *Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme süreçlerinin ve bu sürece etki eden faktörlere ilişkin görüşlerinin incelenmesi* (Tez No. 341056) [Doktora tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

Web Siteleri İncelenen Üniversiteler

- Adıyaman Üniversitesi. (2023). *Adıyaman Üniversitesi/Ders Bilgi Paketi*. <https://obs.adiyaman.edu.tr/oibs/bologna/index.aspx?lang=tr&curOp=showPac&curUnit=2&curSunit=1440#>
- Akdeniz Üniversitesi. (2023). *Akdeniz Üniversitesi/Ders Bilgi Paketi*. <https://obs.akdeniz.edu.tr/oibs/bologna/index.aspx?lang=tr&curOp=showPac&curUnit=09&curSunit=10158#>
- Aksaray Üniversitesi. (2023). *Aksaray Üniversitesi/Ders Bilgi Paketi*. <https://obs.aksaray.edu.tr/oibs/bologna/index.aspx?lang=tr&curOp=showPac&curUnit=05&curSunit=504#>

- Amasya Üniversitesi. (2023). *Amasya Üniversitesi/Ders Bilgi Paketi*.
<https://obs.amasya.edu.tr/oibs/bologna/index.aspx?lang=tr&curOp=showPac&curUnit=41&curSunit=634#>
- Anadolu Üniversitesi. (2023). *Anadolu Üniversitesi/Ders Bilgi Paketi*.
<https://www.anadolu.edu.tr/akademik/fakulteler/ders/212091/matematik-ogretiminde-problem-cozme-ve-modelleme/ders-tanitim>
- Atatürk Üniversitesi. (2023). *Atatürk Üniversitesi/Ders Bilgi Paketi*.
<https://obs.atauni.edu.tr/moduller/dbp/eobs/dersDetay/75840/1136?>
- Balıkesir Üniversitesi. (2023). *Balıkesir Üniversitesi/Bologna Bilgi Paketi*.
<https://obs.balikesir.edu.tr/oibs/bologna/index.aspx?lang=tr&curOp=showPac&curUnit=02&curSunit=4864#>
- Bartın Üniversitesi. (2023). *Bartın Üniversitesi/Ders Bilgi Paketi*.
<https://ubys.bartın.edu.tr/AIS/OutcomeBasedLearning/Home/Index?id=HY6zw4EI69V2Wyydr1zxZQ!xGGx!!xGGx!&culture=tr-TR#>
- Bayburt Üniversitesi. (2023). *Bayburt Üniversitesi/Ders Bilgi Paketi*.
<https://www.bayburt.edu.tr/uploads/.ckeditor/9F64492B370C4F69BE72BA8BE3A41CD4.pdf>
- Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi. (2023). *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi/Ders İçerikleri*. http://ef.ibu.edu.tr/images/ders_icerikleri_2021/sonrasi2018/IMB.pdf
- Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi. (2023). *Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi/Bilgi Paketi*.
<https://obs.mehmetakif.edu.tr/oibs/bologna/index.aspx?lang=tr&curOp=showPac&curUnit=12&curSunit=40570>
- Bursa Uludağ Üniversitesi. (2023). *Bursa Uludağ Üniversitesi/Ders Bilgi Paketi*.
<https://bilgipaketi.uludag.edu.tr/Ders/Index/943456>
- Çanakkale 18 Mart Üniversitesi. (2023). *Çanakkale 18 Mart Üniversitesi/Ders Bilgi Paketi*.
<https://ubys.comu.edu.tr/AIS/OutcomeBasedLearning/Home/Index?id=SDeKqiTLrRAfAdvvaJ!xBBx!4cw!xGGx!!xGGx!&culture=tr-TR#>
- Çukurova Üniversitesi. (2023). *Çukurova Üniversitesi/Aday Öğrenci*.
<https://eobs.cu.edu.tr/Ders/GenelBilgi/608662>
- Dicle Üniversitesi. (2023). *Dicle Üniversitesi/Ders Bilgi Paketi*.
<https://obs.dicle.edu.tr/oibs/bologna/index.aspx?lang=tr&curOp=showPac&curUnit=7&curSunit=275#>
- Dokuz Eylül Üniversitesi. (2023). *Dokuz Eylül Üniversitesi/Ders Bilgi Kataloğu*.
https://debis.deu.edu.tr/ders-katalog/2022-2023/tr/bolum_1103_tr.html
- Düzce Üniversitesi. (2023). *Düzce Üniversitesi/Ders İçerikleri*.
[https://ef.duzce.edu.tr/Dokumanlar/ef/Dosyalar/DersIcerikleri/Ders%20%C4%B0%C3%A7erikleri%20\(%C4%B0lk%C3%B6%C4%9Fretim%20Matematik%20E%C4%9Fitimi\).pdf](https://ef.duzce.edu.tr/Dokumanlar/ef/Dosyalar/DersIcerikleri/Ders%20%C4%B0%C3%A7erikleri%20(%C4%B0lk%C3%B6%C4%9Fretim%20Matematik%20E%C4%9Fitimi).pdf)
- Erciyes Üniversitesi. (2023). *Erciyes Üniversitesi/Ders Bilgi Paketi*.
<https://dbp.erciyes.edu.tr/Courses/Course.aspx?Course=L6xNSl2iiek=f>
- Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi. (2023). *Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi/Ders Bilgi Paketi*.
<https://obs.ebyu.edu.tr/oibs/bologna/index.aspx?lang=tr&curOp=showPac&curUnit=12&curSunit=64>

- Fırat Üniversitesi. (2023). *Fırat Üniversitesi/Ders Bilgi Paketi*. <https://obs.firat.edu.tr/oibs/bologna/index.aspx?lang=tr&curOp=showPac&curUnit=6&curSunit=90813#>
- Gazi Üniversitesi. (2023). *Gazi Üniversitesi/Ders Bilgi Paketi*. <https://obs.gazi.edu.tr/oibs/bologna/index.aspx?lang=tr&curOp=showPac&curUnit=05&curSunit=51414887>
- Gaziantep Üniversitesi. (2023). *Gaziantep Üniversitesi/Ders Bilgi Paketi*. <https://obs.gantep.edu.tr/oibs/bologna/index.aspx?lang=tr&curOp=showPac&curUnit=502&curSunit=11398>
- Giresun Üniversitesi. (2023). *Giresun Üniversitesi/Bilgi Paketi*. <https://ubs.giresun.edu.tr/ogrenci/ebp/organizasyon.aspx?kultur=trTR&Mod=1&ustbirim=1&birim=3&altbirim=1&program=1116&organizasyonId=8&mufredatTurId=932001>
- Hacettepe Üniversitesi. (2023). *Hacettepe Üniversitesi/Bilgi Paketi*. <https://bilsis.hacettepe.edu.tr/oibs/bologna/index.aspx?lang=tr&curOp=showPac&curUnit=440&curSunit=775>
- Hakkâri Üniversitesi. (2023). *Hakkâri Üniversitesi/Ders Bilgi Paketi*. <https://obs.hakkari.edu.tr/oibs/bologna/index.aspx?lang=tr&curOp=showPac&curUnit=1&curSunit=1080#>
- Harran Üniversitesi. (2023). *Harran Üniversitesi/Ders Bilgi Paketi*. <https://obs.harran.edu.tr/oibs/bologna/index.aspx?lang=tr&curOp=showPac&curUnit=20&curSunit=5883>
- Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi. (2023). *Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi/Ders Bilgi Paketi*. <https://obs.hakkari.edu.tr/oibs/bologna/index.aspx?lang=tr&curOp=showPac&curUnit=1&curSunit=1080#>
- İnönü Üniversitesi. (2023). *İnönü Üniversitesi/Bilgi Paketi*. <https://obs.inonu.edu.tr/oibs/bologna/index.aspx?lang=tr&curOp=showPac&curUnit=04&curSunit=1554>
- İstanbul Medeniyet Üniversitesi. (2023). *İstanbul Medeniyet Üniversitesi/Ders Bilgi Paketi*. <https://ubys.medeniyet.edu.tr/AIS/OutcomeBasedLearning/Home/Index?id=900Teo8e1r5PNVYKk!xBBx!dMfA!xGGx!xGGx!&culture=tr-TR#>
- Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi. (2023). *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi/Ders Bilgi Paketi*. <https://obs.ksu.edu.tr/oibs/bologna/index.aspx?lang=tr&curOp=ShowPac&curUnit=22&curSunit=10103#>
- Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi. (2023). *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi/Bilgi Paketi*. <https://obs.kmu.edu.tr/oibs/bologna/index.aspx?lang=tr&curOp=showPac&curUnit=14&curSunit=12489>
- Kırıkkale Üniversitesi. (2023). *Kırıkkale Üniversitesi/Ders Bilgi Paketi*. <https://obs.kku.edu.tr/oibs/bologna/index.aspx?lang=tr&curOp=showPac&curUnit=8&curSunit=89156#>
- Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi. (2023). *Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi/Bologna Bilgi Paketi*. <https://obs.ahievran.edu.tr/oibs/bologna/index.aspx?lang=tr&curOp=showPac&curUnit=20&curSunit=8136#>

- Kilis 7 Aralık Üniversitesi. (2023). *Kilis 7 Aralık Üniversitesi/Ders Bilgi Paketi*. <https://obs.kilis.edu.tr/oibs/bologna/index.aspx?lang=tr&curOp=showPac&curUnit=13&curSunit=10463#>
- Kocaeli Üniversitesi. (2023). *Kocaeli Üniversitesi/Ders Bilgi Paketi*. <https://ects.kocaeli.edu.tr/ders.cfm?Dilid=0&Bolumid=412035df7c491cbe364defdc0e4819ff&katalog=06a295c783d1239ad17e66e8078fc048&diptur=c024e5e19d308b05627068d2f876e638&yariyil=2b6dd72ff1e2158f609e6b72494e7b56>
- Kütahya Dumlupınar Üniversitesi. (2023). *Kütahya Dumlupınar Üniversitesi/Bologna Bilgi Sistemi*. <https://obs.dpu.edu.tr/oibs/bologna/index.aspx?lang=tr&curOp=showPac&curUnit=19&curSunit=90904393>
- Manisa Celal Bayar Üniversitesi. (2023). *Manisa Celal Bayar Üniversitesi/Ders Bilgi Paketi*. <http://katalog.mcbu.edu.tr/Site/OutcomeQualifications.aspx?ProgramID=1543&lang>
- Marmara Üniversitesi. (2023). *Marmara Üniversitesi/Eğitim Öğretim Bilgi Sistemi*. <https://meobs.marmara.edu.tr/ProgramTanitim/aturturk-egitim-fakultesi/ilkogretim-matematik-ogretmenligi-9-11-0>
- Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi. (2023). *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi/Ders Bilgi Paketi*. <https://obs.mu.edu.tr/oibs/bologna/index.aspx?lang=tr&curOp=showPac&curUnit=06&curSunit=2691#>
- Muş Alparslan Üniversitesi. (2023). *Muş Alparslan Üniversitesi/Ders Bilgi Sistemi*. <https://obs.alparslan.edu.tr/oibs/bologna/index.aspx?lang=tr&curOp=showPac&curUnit=03&curSunit=215716>
- Necmettin Erbakan Üniversitesi. (2023). *Necmettin Erbakan Üniversitesi/Ders Bilgi Paketi*. <https://bilgipaketiarsiv.erbakan.edu.tr/ders/7752659>
- Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi. (2023). *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi/Ders Bilgi Paketi*. <https://ects.nevsehir.edu.tr/ects/bilgipaketi/dil/tr/ders/50020>
- Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi. (2023). *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi/Ders Bilgi Paketi*. https://www.ohu.edu.tr/akts/bilgipaketi_dersdetay/1/IMZ4006/dersbilgi
- Ondokuz Mayıs Üniversitesi. (2023). *Ondokuz Mayıs Üniversitesi/Program Bilgi Paketi*. <https://ebs.omu.edu.tr/317266/133834/2650>
- Ordu Üniversitesi. (2023). *Ordu Üniversitesi/Ders Bilgi Paketi*. <https://bologna.odu.edu.tr/DereceProgramlari/Detay/1/332/325/932001>
- Pamukkale Üniversitesi. (2023). *Pamukkale Üniversitesi/Eğitim Bilgi Sistemi*. <https://ebs.pusula.pau.edu.tr/BilgiGoster/Ders.aspx?lng=1&dzy=3&br=19&bl=50&pr=351&dm=815&ps=3&dk=151129&ds=0>
- Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi. (2023). *Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi/Ders Bilgi Paketi*. <https://ogrenci.erdogan.edu.tr/BLGNDersBilgiPaketi/DersIcerikleri?mufredatID=685&dilID=1>
- Sakarya Üniversitesi. (2023). *Sakarya Üniversitesi/Eğitim Bilgi Sistemi*. <https://ebs.sakarya.edu.tr/Birim/DersPlan/25408>
- Siirt Üniversitesi. (2023). *Siirt Üniversitesi/Ders Bilgi Paketi*. <https://mfbeb.siirt.edu.tr/detay/ders-icerikleri/761941348.html>
- Sinop Üniversitesi. (2023). *Sinop Üniversitesi/Ders Bilgi Paketi*. <https://obs.sinop.edu.tr/oibs/bologna/index.aspx?lang=tr&curOp=showPac&curUnit=19&curSunit=195#>

- Süleyman Demirel Üniversitesi. (2023). *Süleyman Demirel Üniversitesi/Ders Bilgi Paketi*. <https://sis.sdu.edu.tr/oibs/bologna/index.aspx?lang=tr&curOp=showPac&curUnit=28&curSunit=2809#>
- Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi. (2023). *Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi/Ders Bilgi Paketi*. <https://obs.gop.edu.tr/oibs/bologna/index.aspx?lang=tr&curOp=showPac&curUnit=03&curSunit=2001251#>
- Trabzon Üniversitesi. (2023). *Trabzon Üniversitesi/Ders Bilgi Paketi*. <https://ubys.trabzon.edu.tr/AIS/OutcomeBasedLearning/Home/Index?id=3nKja!xDDx!9mT4MwM7Rzg95C6w!xGGx!!xGGx!&culture=tr-TR#>
- Uşak Üniversitesi. (2023). *Uşak Üniversitesi/Eğitim Bilgi Sistemi*. <https://obs.usak.edu.tr/oibs/bologna/index.aspx?lang=tr&curOp=showPac&curUnit=4&curSunit=1591#>
- Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi. (2023). *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi/Ders Bilgi Paketi*. <https://bilgipaketi.yyu.edu.tr/DereceProgramlari/Ders/1/9339/345763/1062420/1>
- Yıldız Teknik Üniversitesi. (2023). *Yıldız Teknik Üniversitesi/Bologna Bilgi Sistemi*. <http://www.bologna.yildiz.edu.tr/index.php?r=course/view&id=10328&aid=128&pid=107>

EKLER

EK-1. Mülakat Soruları

Nitel Mülakat Protokolü

(Protokol Numarası)

Çalışma Başlığı: Matematiksel Modelleme Dersi Öğretim Program Tasarısı İhtiyaç Analizi Mülakatı

Merhaba (katılımcı ismi)

Bugün bana vakit ayırıp mülakata katılmayı kabul ettiğiniz için teşekkür ederim. Hazırlayacağımız matematiksel modelleme dersi öğretim programı taslağı için görüşlerinizi merak ediyorum. Görüşmemizin detaylarını daha sonra inceleyebilmem için bu görüşmeyi kayıt altına almak istiyorum. Görüşmeden sonra deşifre işlemini gerçekleştirdikten, ses/video kayıtların sileceğim. Cevaplarınız kesinlikle kimse ile paylaşılmayacak, kişisel bilgileriniz gizli tutulacaktır.

Kayıt almam için izniniz var mı?

Size konu ile ilgili deneyimlerinizi anlamak adına birkaç sorum olacak. Ardından bunlara ilişkin ek sorular soracağım. Doğru ya da yanlış cevap diye bir şey yok. Sizin deneyimlerinizden ve sizden öğrenmek istiyorum. Bu yüzden samimiyetle vereceğiniz cevaplar bu araştırma için çok kıymetli.

ÖĞRETMEN ADAYLARI İÇİN

- 1) Bir matematik öğretmeni adayı olarak üniversite eğitiminiz süresince matematiksel modelleme üzerine bir dersin verilmesi ile ilgili düşüncelerinizi açıklayınız. Matematiksel modelleme eğitiminin sizin bilgi ve becerinizi geliştirmeye katkısının olup olmadığını açıklayınız.
- 2) Matematiksel modelleme problemleri hakkında ne düşünüyorsunuz? Diğer problemlerden farkı, var mıdır, varsa nedir, nelerdir?
- 3) Bir matematiksel modelleme problemi ile karşılaştığınızda nasıl bir yol izlersiniz? Matematiksel modelleme problemlerini çözmek için sizce hangi becerilere ihtiyaç vardır?
- 4) Bir matematiksel modelleme etkinliğinin bireysel ya da grup çalışması olması arasındaki fark var mıydı? Varsa bunlar nelerdir?
- 5) Matematiksel modelleme etkinliği süresince yaşadığınız zorluklar var mıydı? Varsa bu zorlukların neler olduğunu paylaşır mısınız?
- 6) Matematiksel modelleme dersinin işleniş nasıl gerçekleştirildi? Sizce bu ders nasıl daha etkili hale getirilebilir?
- 7) Derste kullanılan ölçme-değerlendirme yöntemlerinin dersteki başarıınızı belirleme açısından yeterli olduğunu düşünüyor musunuz? Niçin?

Nitel Mülakat Protokolü

(Protokol Numarası)

Çalışma Başlığı: Matematiksel Modelleme Dersi Öğretim Program Tasarısı İhtiyaç Analizi Mülakatı

Merhaba (katılımcı ismi)

Bugün bana vakit ayırıp mülakata katılmayı kabul ettiğiniz için teşekkür ederim. Hazırlayacağımız matematiksel modelleme dersi öğretim programı taslağı için görüşlerinizi merak ediyorum. Görüşmemizin detaylarını daha sonra inceleyebilmem için bu görüşmeyi kayıt altına almak istiyorum. Görüşmeden sonra deşifre işlemi gerçekleştirince, ses/video kayıtların sileceğim. Cevaplarınız kesinlikle kimse ile paylaşılmayacak, kişisel bilgileriniz gizli tutulacaktır.

Kayıt almam için izniniz var mı?

Size konu ile ilgili deneyimlerinizi anlamak adına birkaç sorum olacak. Ardından bunlara ilişkin ek sorular soracağım. Doğru ya da yanlış cevap diye bir şey yok. Sizin deneyimlerinizden ve sizden öğrenmek istiyorum. Bu yüzden samimiyetle vereceğiniz cevaplar bu araştırma için çok kıymetli.

ÖĞRETMENLER İÇİN

- 1) Bir matematik öğretmeni olarak üniversite eğitiminiz süresince matematiksel modelleme üzerine bir dersin verilmesi ile ilgili düşüncelerinizi açıklayınız. Matematiksel modelleme eğitiminin sizin bilgi ve becerinizi geliştirmeye katkısının olup olmadığını açıklayınız.
- 2) Matematiksel modelleme problemlerini hakkında ne düşünüyorsunuz? Diğer problemlerden farkı, var mıdır, varsa nedir, nelerdir?
- 3) Bir matematiksel modelleme problemi ile karşılaştığınızda nasıl bir yol izlersiniz? Matematiksel modelleme problemlerini çözmek için sizce hangi becerilere ihtiyaç var?
- 4) Aldığınız matematiksel modelleme dersinin işlenişi nasıl gerçekleştirildi? Sizce bu ders nasıl daha etkili hale getirilebilir?
- 5) Hangi konuların modellemeye uygun olduğunu düşünüyorsunuz? Sınıfınızda uygulayacağınız model oluşturma etkinliği seçiminizde nelerin etkili olduğunu açıklayabilir misiniz?
- 6) Derslerinizde matematiksel modelleme yöntemini kullanıyor musunuz? Evet, ise bir örnek verir misiniz? Hayır, ise neden? Uygularken karşılaştığınız zorluklar nelerdir? Ölçme değerlendirme sürecinde kullandığınız yöntemler nelerdir?
- 7) Matematik dersi öğretim programındaki matematiksel modellemenin yeri ve önemi hakkında ne düşünüyorsunuz?

Nitel Mülakat Protokolü

(Protokol Numarası)

Çalışma Başlığı: Matematiksel Modelleme Dersi Öğretim Program Tasarısı İhtiyaç Analizi Mülakatı

Merhaba (katılımcı ismi)

Bugün bana vakit ayırıp mülakata katılmayı kabul ettiğiniz için teşekkür ederim. Hazırlayacağımız matematiksel modelleme dersi öğretim programı taslağı için görüşlerinizi merak ediyorum. Görüşmemizin detaylarını daha sonra inceleyebilmem için bu görüşmeyi kayıt altına almak istiyorum. Görüşmeden sonra deşifre işlemini gerçekleştirince, ses/video kayıtların sileceğim. Cevaplarınız kesinlikle kimse ile paylaşılmayacak, kişisel bilgileriniz gizli tutulacaktır.

Kayıt almam için izniniz var mı?

Size konu ile ilgili deneyimlerinizi anlamak adına birkaç sorum olacak. Ardından bunlara ilişkin ek sorular soracağım. Doğru ya da yanlış cevap diye bir şey yok. Sizin deneyimlerinizden ve sizden öğrenmek istiyorum. Bu yüzden samimiyetle vereceğiniz cevaplar bu araştırma için çok kıymetli.

ÖĞRETİM ÜYELERİ İÇİN:

- 1) Matematiksel modelleme dersinde kazandırılacak bilişsel, ~~duyusal~~, ~~psikomotor~~ hedef davranışlar nelerdir?
- 2) Matematiksel modelleme dersinin genel amaç ve öğrenme kazanımlarını nasıl belirliyorsunuz?
- 3) Matematiksel modelleme dersine yönelik içerik nasıl düzenlenmelidir? Konu başlıkları hangi sırayla izlenmelidir?
- 4) Matematiksel modelleme dersi haftada kaç saat olmalıdır? Sizce şuan programınızda yer alan ders saati süresinin yeterli olduğunu düşünüyor musunuz? Programda kaç dönem ne kadar süreyle yer almalıdır? Bu süreç tüm lisans eğitimine nasıl yayılmalıdır?
- 5) Matematiksel modelleme dersi için kaynak sayısı yeterli midir?
- 6) Matematiksel modelleme dersinde hangi teknoloji, araç-gereç veya matematik yazılımı kullanıyorsunuz?
- 7) Matematiksel modelleme dersinde kullandığınız ölçme değerlendirme yöntemleri nelerdir? Bu ölçme-değerlendirme yöntemlerinin, belirlediğiniz genel amaç ve kazanımların kazanılıp kazanılmadığını belirlemede yeterli olduğunu düşünüyor musunuz? Niçin?

EK-2. Gözlem Formu

Gözlemci Formu

Değerli Gözlemci,

Bu form ile matematik öğretiminde modelleme dersini değerlendirmeniz beklenmektedir. Bu doğrultuda dersin öğrenme-öğretme sürecine yönelik görüşlerinizi aşağıda belirtilen boyutlar çerçevesinde değerlendirmeniz gerekmektedir. Katılımınız için teşekkür ederim.

Gözlemcinin;

Adı-Soyadı: _____

Değerlendirme Tarihi:/...../.....

1. Dersin giriş bölümüne yönelik görüşleriniz
2. Dersin öğrenme-öğretme sürecine yönelik görüşleriniz
3. Derste kullanılan öğretim materyallerine yönelik görüşleriniz
4. Öğrenci katılımına ilişkin görüşleriniz
5. Derse ilişkin öğrenme kazanımlarının kazandırılmasına yönelik görüşleriniz
6. Dersin değerlendirme bölümüne yönelik görüşleriniz
7. Ortamın fiziksel ve psikolojik özelliklerine yönelik görüşleriniz
8. Derste zaman yönetimine yönelik görüşleriniz
9. Ekleme istediğiniz görüşleriniz varsa lütfen belirtiniz

EK-3. Matematiksel Modelleme Dersi Öğretim Programı



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ

MATEMATİK ÖĞRETİMİNDE MATEMATİKSEL MODELLEME DERSİ ÖĞRETİM PROGRAMI



Erzurum
2024



**T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ**

**MATEMATİK ÖĞRETİMİNDE MATEMATİKSEL MODELLEME
DERSİ ÖĞRETİM PROGRAMI**

Prof. Dr. Alper ÇİLTAS

Uzm. Öğr. Emre AKKAYA

Erzurum

2024

**MATEMATİK ÖĞRETİMİNDE MATEMATİKSEL MODELLEME DERSİ
ÖĞRETİM PROGRAMI**

Bu öğretim programı SDK-2023-11987 kodlu BAP projesinin bir ürünü olup tüm yayın hakları Atatürk Üniversitesi'ne aittir.

İÇİNDEKİLER

SUNUŞ	1
ÖĞRETİM PROGRAMININ AMACI	4
ÖĞRETİM PROGRAMININ FELSEFESİ	6
PROGRAMDA KAZANDIRILMASI ÖNGÖRÜLEN BECERİLER	7
MATEMATİKSEL MODELLEME BECERİSİ	7
PROBLEM ÇÖZME VE KURMA BECERİSİ	7
YARATICILIK BECERİSİ.....	8
ELEŞTİREL DÜŞÜNME BECERİSİ.....	8
İLETİŞİM VE İŞ BİRLİĞİ BECERİSİ	8
BİLGİ TEKNOLOJİLERİNİ KULLANMA BECERİSİ	9
ESNEKLİK VE UYUM BECERİSİ.....	9
GÜVEN VE ÖZ YÖNETİM BECERİSİ.....	10
LİDERLİK VE SORUMLULUK BECERİSİ	10
SOSYAL VE KÜLTÜREL BECERİLER	10
TAHMIN BECERİSİ	11
ROL OYNAMA BECERİSİ.....	11
ÜRETKENLİK VE HESAP VEREBİLİRLİK BECERİSİ	11
İLİŞKİLENDİRME BECERİSİ	12
AKIL YÜRÜTME BECERİSİ	12
DUYUŞSAL BECERİLER	13
PSİKOMOTOR BECERİLER	13
ARAŞTIRMA-İNCELEME BECERİSİ	13
KARAR VERME BECERİSİ	14
GİRİŞİMCİLİK BECERİSİ	14
ÖZ DÜZENLEME BECERİSİ	14
MATEMATİKSEL MODELLEME YETERLİKLERİ	16
PROGRAMIN ÖĞRENME-ÖĞRETME YAKLAŞIMI	17
ÖĞRENME ÇIKTILARI	18
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	19
ÖNERİLEN KAYNAKLAR.....	23
DERS İZLENESİ	22
HAFTALIK DERS İÇERİKLERİ.....	24
1.HAFTA	24
1.HAFTA (DEVAM)	25
2.HAFTA	28
2.HAFTA (DEVAM)	30
3. HAFTA.....	33
3.HAFTA (DEVAM).....	35
4.HAFTA	37
5.HAFTA	39
5.HAFTA(DEVAM)	40
6.HAFTA	43
7.HAFTA	46

7.HAFTA(DEVAM)	48
8.HAFTA	51
9.HAFTA	54
10.HAFTA	57
11.HAFTA	59
12.HAFTA	61
13.HAFTA	63
14.HAFTA	64
KAYNAKÇA.....	65
EKLER.....	68
Ek 1. MODEL OLUŞTURMA ETKİNLİKLERİNDE ÖĞRENCİ ÇÖZÜMLERİNİ DEĞERLENDİRME	68
Ek 2. AKRAN DEĞERLENDİRME FORMU	71
Ek 3. ÖZ DEĞERLENDİRME FORMU.....	72
Ek 4. MODEL OLUŞTURMA PRENSİPLERİ DEĞERLENDİRME FORMU	73
Ek 5. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME ARAÇLARI İÇİN ÖRNEK SORULAR.....	74
Ek 6. MATEMATİKSEL MODELLEME ETKİNLİKLERİ.....	76

SUNUŞ

Son yıllarda matematiksel modelleme alanındaki akademik çalışmaların artışı, matematik eğitiminde modellemenin önemini ve gerekliliğini vurgular niteliktedir. Bu durum, birçok ülkenin öğretim programlarında modellemeye daha fazla yer vermesine sebep olmuştur. Matematiksel modelleme alanında öncü çalışmalara imza atan ülkelerin genellikle uluslararası sınavlarda da yüksek başarı gösteren ülkeler olduğu görülmektedir. Uluslararası bilimsel etkinliklerde ve kuruluşlarda modellemeye ayrılan önemli yer, bu konunun global çaptaki etkisini göstermektedir. Türkiye özelinde ise, geçmişten günümüze öğretim programı çalışmalarında matematiksel modellemeye yer verildiği görülmektedir.

Matematiksel modelleme, öğrencilerin matematik konularını kavramaları ve matematiğin gerçek yaşamdaki önemini anlamaları için önemli bir araçtır. Matematiksel modellemenin gerçek hayat ile matematik arasında bir köprü işlevi gördüğü, gerçek hayattaki karmaşık sistemleri yorumlama, verileri sayısallaştırma, koordine etme ve organize etme ile model oluşturma, açıklama, doğrulama, tahmin etme, kestirimde bulunma ve temsil etme gibi önemli matematiksel süreçleri de içerdiği ve bu yeterliklere katkı sağladığı da bilinmektedir. Bu sebeple matematiksel modelleme bütün öğretim düzeylerinde yer almalıdır. Hem araştırmacılar hem de eğitim politikacıları, matematiksel modellemeyi tüm öğrencilerin matematik eğitimlerinin ayrılmaz bir parçası haline getirmeyi amaçlamaktadırlar. Türkiye’de eğitim fakültelerinde matematiksel modelleme çalışmalarına yeterince önem verildiği görülmektedir. Matematiksel modelleme dersi lisans seviyesinde zorunlu, lisans üstü seviyesinde seçmeli bir ders olarak yer almaktadır. Türkiye’de öğretim programlarının tasarlanmasına ve geliştirilmesine ilişkin çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalar incelendiğinde ilköğretim ve ortaöğretim düzeyinde matematik dersi öğretim programlarının geliştirildiği ve güncellendiği görülmektedir. Fakat yükseköğretim düzeyinde bir dersin program tasarlama ve geliştirme çalışmasının yer almaması düşündürücüdür.

Öğretmenlerin mesleki gelişimi, eğitim sisteminin genel etkinliği için kritik bir öneme sahiptir. Yapılan araştırmalar, öğretmen niteliğinin öğrencilerin akademik başarıları, motivasyonları ve öğrenme süreçleri üzerindeki doğrudan etkisini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, özellikle matematik eğitimi gibi analitik düşünme becerilerinin geliştirildiği alanlarda nitelikli öğretmenlerin varlığı, öğrencilerin bu becerileri kazanmaları için elzemdir. Nitelikli bir matematik öğretmeni öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerini geliştirerek,

onların gerçek dünya problemlerini analiz etme ve çözme yeteneklerini güçlendirir. Bu ise matematiksel modelleme yardımıyla gerçekleştirilebilir.

Matematiksel modelleme dersinin öneminin yanında yapılan bazı çalışmalarda matematiksel modelleme öğrenmelerinin eksik ya da yetersiz olduğu sonuçlarıyla karşılaşılmıştır. Öğretmen adaylarının yetersiz kavram anlayışları, modelleme ile ilgili deneyim eksiklikleri, değerlendirme kaygıları ve zaman sınırlılıkları gibi birçok etken modelleme sürecinin başarılı bir şekilde uygulanmasını engellemekte olduğu çalışmalar sonucunda görülmektedir. Benzer olarak ortaokul matematik öğretmen adaylarının model, modelleme, matematiksel model ve matematiksel modelleme hakkındaki ön bilgilerinin kısıtlı olduğu, öğretmen adaylarının birçoğunun daha önce bir modelleme etkinliği üzerinde çalışmamış oldukları, matematik öğretmenlerinin birçoğunda ise matematiksel modelleme bilgisinin yetersiz olduğu sonuçları çalışmalarla ortaya konulmuştur. Bu bağlamda bu çalışma ile lisans ve lisans üstü seviyesinde okutulan matematiksel modelleme dersinin ortak ve daha zenginleştirilmiş yeni bir öğretim programı ihtiyacının giderilmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca bu eser milli eğitimde görev yapmakta olan matematik öğretmenlerinin de faydalanabileceği bir kaynaktır.

Çalışmaya program geliştirme çalışmalarının ilk adımı olan ihtiyaç analizi ile başlanmıştır. Betimsel yaklaşımın benimsendiği ihtiyaç analizi çalışmalarında, gözlem, mülakat ve doküman analizi teknikleri kullanılmıştır. İlk olarak 127 devlet üniversitelerinin web sitesi incelenmiş, 75 devlet üniversitesinde ilköğretim matematik öğretmenliği bölümü, 13 devlet üniversitesinde ise matematik öğretmenliği bölümü olduğu görülmüştür. İncelenen 88 üniversite web sitesinden 10 matematik öğretmenliği bölümü, 56 ilköğretim matematik öğretmenliği bölümü olmak üzere toplam 66 üniversite web sitesinde matematik öğretiminde modelleme dersini içeren bir ders olduğu ve bu derse ait bilgilerin bulunduğu görülmüştür. Bilgi bulunan üniversite sayfalarından amaç ve hedefler, içerik, öğretim yöntem ve stratejileri ile değerlendirme ve geri bildirim boyutlarının hepsi ile ilgili verilen tüm bilgiler toplanmıştır.

Yine ihtiyaç analizi kapsamında üniversitelerde matematiksel modelleme eğitimi veren ve bu alanda çalışmalar yapmış dört öğretim elemanı, matematiksel modelleme eğitimi üzerine yüksek lisans tezi bulunan on matematik öğretmeni ve lisans eğitimine devam eden matematiksel modelleme eğitimi almış on bir öğretmen adayı ile mülakatlar yapılmıştır. İhtiyaç analizi çalışmaları sonunda 21. yüzyıl becerileri kapsamında Bloom taksonomisine uygun hedefler oluşturulmuş 14 öğrenme çıktısı belirlenmiştir. Haftalık iki ders saati olacak şekilde düzenlenen programda içerik oluşturmada doğrusal yaklaşım benimsenmiş olup literatüre

uygun modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş dokuz hafta sürecek teorik kısım hazırlanmıştır. Teorik kısımdan sonra iki hafta boyunca farklı modelleme etkinliklerinin çözümünün yapılması önerilmiştir. Kalan üç hafta ise öğrencilerin proje ödevlerinin sunumları için ayrılmıştır.

Demirel'in program geliştirme modelinin kullanıldığı tasarıda ilerlemecilik eğitim felsefesi benimsenmiş; bireylerin ihtiyaçlarının önemsendiği, problem çözme yönteminin merkezde olduğu, demokratik sınıf ortamına uygun ve öğrenci merkezli yaklaşım ile ele alınmıştır. Yapılandırmacı yaklaşıma uygun K-12 beceriler çerçevesinde geleneksel ve alternatif öğretim yöntem ve stratejileri önerilmiştir. Ölçme ve değerlendirme boyutunda ise web 2.0 araçları ile zenginleştirilmiş biçimlendirici ve süreç değerlendirme kullanılmıştır. Vize ve final sınavlarının yanında haftalık quiz sınavları ile araştırma ödevleri ve dönem sonu proje ödevi hazırlanması ölçme ve değerlendirme boyutunda kullanılan araçlar olmuştur.

Bologna süreci göz önüne alınarak hazırlanan bu tasarı 2023-2024 bahar döneminde Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi'nde uygulanmıştır. Uygulama esnasında dersi alan öğrencilerin ve dersi takip eden uzmanların görüşleri alınmıştır. Ayrıca dönem sonunda dersi alan öğrencilerle tekrar bir mülakat yapılmıştır. Son olarak beş uzmanın görüşüne sunulmuş ve ilgili tüm dönütlerin alınmasının ardından program revize edilerek son hali verilmiştir.

ÖĞRETİM PROGRAMININ AMACI

Bologna süreci ile yükseköğretimde öngörülen beceri ve yeterlikler ile Öğretmen Yetiştirme ve Geliştirme Genel Müdürlüğü tarafından istenen öğretmenlik mesleği genel yeterlikleri göz önüne alındığında matematik öğretmenin yeterliklerinden birisi de modelleme becerisine sahip olma ve bu becerileri sınıftaki öğrencilere kazandırabilecek şekilde süreci planlama, düzenleme ve uygulama yapabilmesidir. Matematik öğretmeni yetiştiren yükseköğretim kurumlarında öğretmen adaylarına modelleme yeterliklerinin kazandırılması gerekmektedir. Matematiksel modelleme, matematik öğretmenlerinin kendi matematik anlayışlarını geliştirmelerine, öğrencilere soyut kavramları somut örneklerle açıklama imkânı sunmalarına ve öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerini güçlendirmelerine yardımcı olur. Bu yöntem, öğrencilerin yaratıcı ve eleştirel düşüncelerini teşvik ederken, teknolojiyi de etkin bir şekilde öğretim süreçlerine entegre etmeyi sağlar. Bu sayede, matematik öğretmenleri, öğrencilerine daha etkili ve anlamlı bir matematik eğitimi sunabilirler.

Bu kapsamda program tasarısı ile matematiksel modelleme dersi alan öğretmen adayının matematiksel modelleme ile ilgili kavramları bilmesi, modelleme perspektiflerini ve etkinlik özelliklerini açıklayabilmesi, matematiksel modellemenin öğretim programlarındaki yerinin farkında olması beklenmektedir. Ayrıca süreç sonunda öğretmen adayının matematiksel modellemenin sınıf içi uygulamalarını bilmesi, matematiksel modellemeye yönelik etkinlik ve problem durumlarını çözmesi, matematiksel modellemeye yönelik zorlukları ve çözüm önerilerini açıklaması beklenmektedir. Matematik öğretiminde kullanılabilecek modelleme soruları tasarlayıp gerçek sınıf ortamında uygulayabilmesi, gerekli olduğunda uygun teknolojileri kullanabilmesi ve öğrencilerin modelleme problemlerine ilişkin çözümleri ile modelleme beceri ve yeterliklerini değerlendirebilmesi de yine kazandırılması beklenen beceriler arasındadır.

Matematiksel modelleme ile öğretim geleneksel öğretim sürecinden farklıdır. Öğretmenin öğrenci düşüncelerini dinleyen ve takip eden bir rolde olması önemlidir. Öğretmen, modelleme sürecinde öğrencilerin değişen düşüncelerine bağlı olarak farklı yaklaşımlar geliştirebileceğini göz önünde bulundurmalıdır. Bu süreçte, öğretmen öğrencilerin çeşitliliğini fark edebilmeli, onları anlayabilmeli ve verdikleri farklı yanıtları yorumlayarak yanlışları düzeltebilmelidir. Matematiksel modelleme uygulamalarını anlamak, etkili STEM eğitimi için kritik öneme sahiptir, çünkü matematiksel analiz tüm STEM alanlarında bulunabilir. Öğrencilerin tasarım performansını tahmin etmek ve değerlendirmek için matematiksel

modellemenin kullanılması şarttır. Ayrıca öğretmen öğrencilerin bağımsız çalışmalarını destekleyen müdahalede bulunabilmeli ve uygun ortamlarla süreci yönetmelerine yardımcı olabilmelidir. Bu öğretmen yeterliklerinin kazandırılması amacıyla hazırlanan program tasarısı matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme sürecini anlayabilmeleri, uygulamaya rehberlik edebilmesi ve sonuçlandırabilmeleri için önerilerde bulunmaktadır.

ÖĞRETİM PROGRAMININ FELSEFESİ

Matematiksel modelleme yalnızca matematikle sınırlı değildir; çok çeşitli alanlarda ve disiplinler arası faaliyetlerde kullanılan çok yönlü bir araçtır. Doğa bilimleri, mühendislik, ekonomi, sosyal bilimler ve hatta sanatta önemli bir rol oynar. Teknolojiyi tasarlamak, analiz etmek ve geliştirmek için temel bir araç olan matematiksel modelleme, teknolojik çağa ayak uydurmak için olmazsa olmazdır. Matematiksel modelleme dersi öğretim programı, ilerlemecilik eğitim felsefesine uygun olarak tasarlanmıştır.

İlerlemecilik eğitim felsefesi, yaparak öğrenmeyi ve problem çözmeyi vurgulayan bir eğitim felsefesidir. Öğrencileri öğrenme sürecinin merkezine yerleştirir ve sürece aktif katılımı teşvik eder. İlerlemecilik anlayışı deneyimsel öğrenmeyi, çocuk merkezli eğitimi benimser. Sınıf ortamının demokratik olmasını, öğrencilerin iş birlikli çalışmalarını, öğretim programının ise öğrencilerin hayatları ve etraflarındaki dünya ile bağlantılı olması gerektiğini savunur. İlerlemeci bir sınıfta öğretmen, öğrencilerin yeni bilgileri keşfetmeleri için onlara rehberlik eden bir kolaylaştırıcı olarak hareket eder. Odak noktası eleştirel düşünme, problem çözme ve yaratıcılıktır.

Bu felsefe, öğrencilerin ilgi, ihtiyaç ve yeteneklerine öncelik veren öğrenci merkezli bir yaklaşım benimser. Öğretim süreci, öğrencilerin potansiyelini ortaya çıkarmayı amaçlayan problem çözme yöntemlerini ve pratik uygulamaları vurgular. Öğrenmenin yaşam deneyimleri tarafından şekillendirildiğini kabul eden öğretim programı, gerçek yaşam durumlarını dikkate alır. Bu program, öğrencileri sürekli değişen bir dünyaya hazırlamayı amaçlamaktadır. Öğretmenin rolü rehberlik olarak tanımlanır ve iş birlikli öğrenme, rekabetçi öğrenmeden daha değerlidir. Bu nedenle, öğrencileri birlikte çalışmaya teşvik ederek matematiksel modelleme derslerinde iş birlikli öğrenme ortamları yaratılacaktır. Öğretmen, öğrencilere rehberlik edecek ve potansiyellerini gerçekleştirmelerine yardımcı olacaktır. Bu yaklaşım, matematiksel modellemenin gerçek dünya problemlerine dayanması ve öğrencilerin gerçek hayatta karşılaşacakları problemleri çözmelerine yardımcı olması nedeniyle ilerici bakış açısıyla örtüşmektedir.

PROGRAMDA KAZANDIRILMASI ÖNGÖRÜLEN BECERİLER

Matematiksel Modelleme Becerisi

Matematiksel modelleme becerisi, gerçek dünyadaki karmaşık durumları, olayları veya sistemleri basitleştirerek matematiksel ifadeler ve ilişkilerle temsil etme ve bu temsiller üzerinden analiz yapma, tahminlerde bulunma ve karar verme sürecidir. Bu beceri, bireylere, olayların altında yatan temel mekanizmaları anlamalarını, gelecekteki durumları tahmin etmelerini ve bu doğrultuda etkili kararlar almalarını sağlar. Matematiksel modelleme, günümüz dünyasında birçok alanda kullanılan güçlü bir araçtır. Bu beceriyi geliştirmek, bireylerin karmaşık problemleri anlamalarına, daha iyi kararlar almalarına ve geleceği şekillendirmelerine olanak tanır.

Problem Çözme ve Kurma Becerisi

Problem, zihni karıştıran ve inancı belirsizleştiren durumlar olarak tanımlandığında, problem çözme süreci, bu belirsizlikleri ortadan kaldırmayı hedefler. Bir problemle karşılaşıldığında, sorunu çözmek için durumun detaylı bir analizini yapmak, gerekli bilgileri toplamak, bu bilgiler arasından çözüme yönlendirebilecek olanları seçmek ve seçilen bilgileri uygun bir şekilde düzenleyerek kullanmak gerekir. Problem çözme becerisi, bireyin günlük yaşamda, iş hayatında ve kişisel gelişiminde önemli bir rol oynar. Bu beceriyi geliştirmek, etkili çözümler üretebilmek ve daha başarılı bir yaşam sürmek için kritik bir adımdır. Problem kurma becerisi ise bir bireyin çeşitli durumları veya senaryoları analiz ederek, içerdikleri zorlukları veya çözülmesi gereken sorunları tanımlama ve ifade etme yeteneğini vurgular. Bu beceri, çeşitli bağlamlarda, özellikle iş, eğitim ve yaşamın çeşitli alanlarında, yeni ve özgün problemleri tanımlama yeteneğini içerir. Matematiksel modelleme öncelikle bir problemin doğru bir şekilde tanımlanmasını gerektirir. Problemi anlamak, detayları ve hedefleri belirlemek, problem çözme sürecinin ilk adımlarından biridir. Matematiksel modelleme sürecinde, mevcut verilerin analiz edilmesi ve değerlendirilmesi önemlidir. Doğru verilerin kullanılması, problem çözme sürecinde doğru kararlar almayı sağlar ve farklı çözüm yollarını keşfetmeyi teşvik eder. Farklı matematiksel ifadelerin veya yöntemlerin kullanılması, problemin farklı açılardan ele alınmasını sağlar. Matematiksel modelleme problem çözme becerilerini geliştirmek için güçlü bir araç sağlar. Matematiksel modelleme etkinliklerine katılarak öğrenciler eleştirel düşünmeyi, mantıksal akıl yürütmeyi ve bilgilerini çok çeşitli sorunları çözmek için uygulamayı öğrenirler.

Yaratıcılık Becerisi

Yaratıcılık, yeni ve özgün fikirler üretebilme yeteneğini ifade eder. Bu beceri, esnek düşünme, problem çözme, inovasyon ve orijinal düşünme yeteneklerini içerir. Yaratıcılık, farklı bağlamlarda ve disiplinler arasında uygulanabilen çok yönlü bir beceridir. Matematiksel modelleme, sadece standart çözüm yollarını kullanmak yerine, problemlere yenilikçi ve etkili çözümler bulmayı teşvik eder. Bir matematiksel model oluştururken, problemi farklı açılardan ele almak ve beklenmedik çözüm yolları bulmak gerekebilir. Bu süreç, yaratıcılığı teşvik eder ve yeni bakış açıları geliştirmeye yardımcı olabilir.

Eleştirel Düşünme Becerisi

Eleştirel düşünme becerisi, bireyin mantıklı, sistematik ve bağımsız bir şekilde düşünebilme yeteneğini ifade eder. Eleştirel düşünme, bilgiyi değerlendirme, çeşitli görüşleri analiz etme, doğru sonuçlara ulaşma ve problem çözme sürecini etkin bir şekilde sürdürebilme yeteneğini içerir. Matematiksel modelleme, karmaşık problemleri çözmek için eleştirel düşünmeyi gerektirir. Bir problemi analiz ederken, doğru soruları sormak, verileri değerlendirmek ve sonuçlara mantıklı bir şekilde ulaşmak önemlidir. Bir problemi parçalara ayırma, her bir parçayı ayrı ayrı ele alma ve sonra tüm parçaları bir araya getirme becerisi, eleştirel düşünmenin önemli bir parçasıdır. Modelleme sürecinde, mevcut verileri eleştirel bir şekilde değerlendirmek önemlidir. Verilerin doğruluğunu kontrol etmek, eksik veya yanıltıcı verileri tanımlamak ve bu verileri kullanarak doğru sonuçlara ulaşmak, eleştirel düşünme becerisini gerektirir.

İletişim ve İş Birliği Becerisi

İletişim ve iş birliği becerisi, bireylerin etkili bir şekilde iletişim kurabilme ve bir ekip içinde iş birliği yapabilme yeteneklerini ifade eder. Bu beceriler, kişisel, profesyonel ve sosyal başarı için kritik öneme sahiptir. Bu beceriler, iş hayatında, eğitimde, sosyal ilişkilerde ve birçok diğer bağlamda başarıyı etkiler. İletişim ve iş birliği becerilerini geliştirmek, bireylerin daha etkili ve sağlıklı ilişkiler kurmalarına, daha verimli çalışmalarına ve karşılıklı anlayışı artırmalarına yardımcı olabilir. Matematiksel modelleme genellikle karmaşık problemleri çözmek için ekip çalışması gerektiren bir süreçtir. Bu nedenle, iletişim ve iş birliği becerileri matematiksel modellemenin etkin bir şekilde uygulanmasında kritik öneme sahiptir. Bu süreçte, ekip üyeleri arasında fikir alışverişi yapmak, çözüm yollarını değerlendirmek ve sonuçları analiz etmek için iş birliği ve iletişim becerilerine ihtiyaç vardır.

Bilgi Teknolojilerini Kullanma Becerisi

Bilgi teknolojilerini kullanma becerisi, bireyin güncel bilgi teknolojilerini etkili bir şekilde kullanabilme yeteneğini ifade eder. Bu beceri, bilgisayarlar, yazılımlar, internet ve diğer dijital araçları kapsar. Bilgi teknolojilerini kullanma becerisi, kişisel, akademik ve profesyonel yaşamda önemlidir. Bilgi teknolojilerini kullanma becerisi, günümüzde pek çok iş ve yaşam alanında temel bir gereklilik haline gelmiştir. Bu beceriyi geliştirmek, bireyin daha etkili bir şekilde çalışmasını, bilgiye erişimini artırmasını ve modern yaşamın gereksinimlerine uyum sağlamasına katkıda bulunur. Bilgi teknolojileri, matematiksel modellemenin uygulanmasını kolaylaştırır, veri analizi ve çözümleme süreçlerini hızlandırır ve sonuçları görselleştirme ve paylaşma imkânı sağlar. Bilgi teknolojileri, büyük veri kümelerini analiz etmek ve modelleme için gereken verileri toplamak için kullanılabilir. Bu, matematiksel modellerin daha doğru ve kapsamlı olmasını sağlar. Özel yazılımlar ve programlama dilleri, karmaşık matematiksel modellerin oluşturulmasını ve analiz edilmesini sağlar. Matematiksel modellerin simülasyonlarını çalıştırmak ve gelecekteki durumları tahmin etmek için kullanılabilir. Ayrıca bilgi teknolojileri, matematiksel modellerin sonuçlarını görselleştirmek ve paylaşmak için kullanılabilir. Grafikler, tablolar ve interaktif araçlar kullanarak, model sonuçlarının anlaşılması ve yorumlanması kolaylaşır.

Esneklik ve Uyum Becerisi

Esneklik ve uyum becerisi, bireyin değişen koşullara hızlı ve etkili bir şekilde adapte olabilme yeteneğini ifade eder. Günümüzde, hızlı değişen eğitim sistemleri, teknolojik ilerlemeler ve toplumsal değişimler, esneklik ve uyum yeteneğini vurgulayan önemli özellikler haline gelmiştir. Esneklik ve uyum becerisi, bireyin kişisel gelişimini, iş başarısını ve genel yaşam memnuniyetini olumlu yönde etkileyebilir. Bu beceriler, belirsizliklerle başa çıkmada, değişen iş ve eğitim taleplerine uyum sağlamada ve çeşitli yaşam zorluklarıyla başa çıkma süreçlerinde kilit öneme sahiptir. Matematiksel modelleme sürecinde, beklenmedik sorunlarla karşılaşılabilir ve planlar değişebilir, verilerin değişebileceği veya koşulların farklılaşabileceği durumlarla karşılaşılabilir. Bu durumda, esneklik ve uyum becerileri, yeni çözüm yolları bulmak ve hedeflere ulaşmak için önemlidir. Matematiksel modelleme genellikle ekip çalışması gerektirir. Bu durumda, esneklik ve uyum becerileri, diğer ekip üyeleriyle etkili bir şekilde iletişim kurmak, fikir alışverişinde bulunmak ve ortak bir çözüm bulmak için önemlidir.

Güven ve Öz Yönetim Becerisi

Güven ve öz yönetim, bireyin kendisine duyduğu güveni inşa etme ve yaşamında etkili bir şekilde yönetme yeteneğini içeren önemli becerilerdendir. İş, eğitim ve kişisel yaşamda başarı, sağlıklı ilişkiler ve kişisel gelişim açısından bu iki unsuru dengelemek ve geliştirmek önemlidir. Güven ve öz yönetim, bireyin kendisiyle ve çevresiyle sağlıklı bir şekilde etkileşimde bulunmasına yardımcı olur. Bu beceriler, kişinin hedeflerine ulaşmasını, zorlukları aşmasını ve yaşam kalitesini artırmasını destekler. İş birliği, liderlik ve etkileşim becerilerini güçlendirebilir, dolayısıyla kişinin genel yaşam başarısını artırabilir. Matematiksel modelleme sürecinde, karmaşık problemlerle karşılaşılabilir. Bu durumda, güven duygusu, problemi çözmek için gereken adımları atmada ve karar vermede önemlidir. Matematiksel modelleme sürecinde, başarılı olmak için kendine güvenmek ve inanmak önemlidir. Bu, problemleri çözmeye yönelik motivasyonu artırabilir ve daha etkili bir şekilde çalışmaya yardımcı olabilir ve modelleme süreci zaman alıcı ve sabır gerektiren bir süreç olabilir. Bu süreçte, öz yönetim becerileri, zamanı etkili bir şekilde kullanma, motivasyonu koruma ve hedeflere odaklanma konusunda önemlidir.

Liderlik ve Sorumluluk Becerisi

Liderlik becerisi, bir bireyin diğerleri üzerinde etkili bir şekilde rehberlik etme, kararlar alma ve organizasyonel hedeflere ulaşma sürecinde öncülük etme yeteneğini içerir. Sorumluluk becerisi ise bireyin üzerine düşen görevleri yerine getirme, kararlarının sonuçlarına katlanma ve genel olarak etik bir sorumluluk anlayışına sahip olma yeteneğini kapsar. Liderlik ve sorumluluk becerilerinin bir arada kullanılması, bireyin hem etkili bir lider olabilmesi hem de organizasyonel sorumlulukları yerine getirebilmesi anlamına gelir. Matematiksel modelleme sürecinde, liderlik becerileri, bir ekip yönetmek ve problemlere etkili çözümler bulmak için gereklidir. Liderlik, ekip üyelerini motive etmek, işleri koordine etmek ve doğru kararları almak için önemlidir. Matematiksel modelleme sürecinde, sorumluluk duygusu, problemleri çözmek için gereken adımları atma ve karar verme becerisini içerir. Sorumluluk sahibi olmak, başarılı bir şekilde bir projeyi yönetmek için önemlidir.

Sosyal ve Kültürel Beceriler

Sosyal ve kültürel beceriler, bireyin toplumsal ilişkilerde etkili olabilme, farklı kültürleri anlayabilme ve çeşitli sosyal bağlamlarda başarılı bir şekilde iletişim kurabilme yeteneğini ifade eder. Bu beceriler, kişisel ve profesyonel yaşamda başarıyı etkileyebilir. Sosyal ve kültürel beceriler, bireyin etkili iletişim kurmasını, farklı ortamlarda başarılı olmasını ve

toplumsal ilişkilerini güçlendirmesini sağlar. Bu beceriler, profesyonel başarı, liderlik, iş birliği ve kültürler arası etkileşimde önemli bir rol oynar. Matematiksel modelleme ile sosyal ve kültürel beceriler arasında dolaylı bir ilişki vardır. Matematiksel modelleme sürecinde, problemin doğru bir şekilde tanımlanması önemlidir. Bu noktada, sosyal ve kültürel beceriler, problemi çözebilmek için problemin bağlamını ve etkilerini anlama konusunda yardımcı olabilir. Sosyal ve kültürel beceriler, veri toplama ve analiz sürecinde önemli bir rol oynayabilir. Özellikle sosyal ve kültürel konularda duyarlılık, doğru verilerin toplanması ve analiz edilmesi için gerekli olabilir.

Tahmin Becerisi

Tahmin becerisi, mevcut veriler ve bilgiler temelinde gelecekte olabilecek olayları veya durumları öngörebilme yeteneğidir. Bu beceri, analitik düşünce, gözlem, deneyim ve bağlamı anlama kapasitesiyle ilişkilidir. Tahmin yeteneği, bir konu hakkında bilgi sahibi olma, değişkenleri değerlendirme ve gelecekteki olası senaryoları değerlendirme sürecini içerir. Bu beceri, bireyin ve organizasyonun gelecekteki belirsizliklere karşı daha etkili bir şekilde hazırlıklı olmasına yardımcı olabilir. Matematiksel modeller, genellikle geçmiş verileri kullanarak gelecekteki durumları tahmin etmek için oluşturulur. Bu modeller, gelecekteki olayların olasılıklarını ve sonuçlarını tahmin etmeye yardımcı olabilir.

Rol Oynama Becerisi

Rol oynama becerisi, bir kişinin farklı rolleri canlandırabilme yeteneğini ifade eder. Bu beceri, bireyin kendini bir karakter, durum veya rol içinde gerçekçi bir şekilde ifade edebilme yeteneğini kapsar. Rol oynama, kişisel gelişim, iletişim, empati ve sosyal becerilerin geliştirilmesine katkıda bulunabilir. Rol oynama becerisi, kişinin duygusal zekâ, empati, iletişim ve problem çözme gibi birçok farklı alanındaki yeteneklerini güçlendirebilir. Ayrıca, profesyonel ve kişisel yaşamda çeşitli durumlarla başa çıkma becerisi kazanılmasına da yardımcı olabilir. Matematiksel modelleme sürecinde, farklı rolleri oynayarak ve farklı senaryoları düşünerek daha yaratıcı çözümler bulmak mümkün olabilir. Ayrıca bu beceri farklı çözüm yollarını değerlendirme ve en uygun olanı seçme konusunda da yardımcı olabilir.

Üretkenlik ve Hesap Verebilirlik Becerisi

Üretkenlik ve hesap verebilirlik, bireyin veya bir organizasyonun iş süreçlerini etkili bir şekilde yönetme, hedeflere ulaşma ve olumlu sonuçlar elde etme yeteneğini ifade eder. Bu iki kavram hem kişisel hem de kurumsal düzeyde başarıyı destekleyen önemli unsurlardır. Hem

üretkenlik hem de hesap verebilirlik, bireyin veya organizasyonun etkili bir şekilde yönetilmesini sağlayarak başarıya giden yolda önemli bir rol oynar. Üretken bir çalışma ortamı oluşturmak ve bu üretkenliği ölçmek, aynı zamanda başarıya ulaşmak için hesap verebilirlik ilkesini benimsemek, sürdürülebilir bir performans sağlayabilir. Matematiksel modellerin oluşturulması ve uygulanması sürecinde üretkenlik önemlidir. Bu süreçte, farklı çözüm yollarını hızlı bir şekilde değerlendirmek ve doğru kararları almak için üretkenlik becerilerine ihtiyaç vardır. Hesap verebilirlik becerileri ise; modelin doğruluğunu ve güvenilirliğini sağlamak için gereklidir.

İlişkilendirme Becerisi

İlişkilendirme becerisi, bireylerin birbirleriyle ve çevreleriyle kurdukları ilişkilerde etkili bir şekilde iletişim kurma, empati gösterme ve pozitif etkileşimler yaratma yeteneğini ifade eder. Bu beceri, kişisel ve profesyonel yaşamda sağlıklı ilişkiler kurma ve sürdürme sürecini kapsar. İlişkilendirme becerisi, kişiler arası etkileşimlerin kalitesini artırarak sosyal ve profesyonel başarıya katkıda bulunabilir. Bu beceriler, liderlik, iş birliği, iletişim ve çatışma yönetimi gibi birçok alanda önemli bir rol oynar. Matematiksel modelleme sürecinde, farklı değişkenler arasındaki ilişkileri anlamak önemlidir. İlişkilendirme becerisi, bu değişkenler arasındaki ilişkileri tanımlamak ve matematiksel bir modele dönüştürmek için gereklidir. İlişkilendirme becerisi, problemin farklı yönlerini ve bileşenlerini analiz ederek, doğru bir model oluşturmak için gereklidir. Ayrıca veriler arasında ilişkiler kurarak, verilerin doğru bir şekilde yorumlanmasına ve modelleme sürecinde kullanılmasına yardımcı olabilir.

Akıl Yürütme Becerisi

Akıl yürütme becerisi, bireyin mantıklı düşünme, problem çözme, analitik düşünme, karar verme ve eleştirel düşünme yeteneklerini içeren zihinsel süreçleri ifade eder. Bu beceri, karmaşık sorunları anlama, bilgiyi değerlendirme, mantıklı sonuçlara ulaşma ve etkili kararlar alma yeteneğini kapsar. Akıl yürütme becerisi, bireyin bilişsel yeteneklerini güçlendiren ve farklı senaryoları değerlendirme yeteneğini artıran önemli bir zihinsel süreçtir. İş ve akademik başarı, problem çözme yetenekleri, liderlik ve etkileşim becerileri gibi birçok alanda etkili bir şekilde kullanılabilir. Matematiksel modelleme sürecinde, karşılaşılan problemleri tanımlamak ve çözmek için akıl yürütme becerisi kullanılır. Problemi analiz etmek, farklı çözüm yollarını düşünmek ve en uygun olanı seçmek akıl yürütme sürecinin bir parçasıdır. Ayrıca akıl yürütme becerisi, farklı seçenekleri değerlendirme, sonuçları analiz etme ve en uygun kararı alma konusunda önemlidir.

Duyuşsal Beceriler

Duyuşsal beceriler, bireyin düşünce ve davranışlarını şekillendiren temel yetenekleri ifade eder. Duyuşsal beceriler, bilişsel ve duygusal faktörleri içerir ve genellikle kişinin tutumlarını, değerlerini, inançlarını ve motivasyonunu yönlendiren geniş bir alanı kapsar. Bu beceriler, bireyin yaşamda nasıl bir tutum sergilediğini, değerlendirdiğini ve anlamlandırdığını belirleyen önemli özellikler içerir. Duyuşsal beceriler, bireyin kişisel gelişimini, yaşam kalitesini ve çeşitli yaşam alanlarındaki başarısını etkileyebilir. Bu beceriler, bireyin kendi iç dünyasını anlamasına ve dış dünyayla daha etkili bir şekilde etkileşimde bulunmasına yardımcı olur. Matematiksel modelleme sürecinde, duyuşsal beceriler, motivasyonun korunması ve problemlere olan ilginin sürdürülmesi için önemlidir. Beklenmedik zorluklarla karşılaşıldığında stresle başa çıkma ve sakin bir zihinle problemleri çözme yeteneğini ve ekip üyeleriyle empati kurma, duygularını anlama ve etkili iletişim kurma yeteneğini içerir.

Psikomotor Beceriler

Psikomotor beceriler, bedensel hareketlerin planlanması, koordinasyonu ve yürütülmesi süreçlerini içeren zihinsel ve davranışsal yetenekleri ifade eder. Bu beceriler, el göz koordinasyonu, kas gücü, denge, hız, esneklik ve hassasiyet gibi fiziksel yetenekleri içerir. Psikomotor beceriler, genellikle motor becerileri olarak da adlandırılır ve bir bireyin fiziksel aktivitelerde ne kadar etkili olduğunu belirleyen önemli bir faktördür. Psikomotor beceriler, spor, sanat, el işleri, mesleki faaliyetler ve günlük yaşamdaki çeşitli aktivitelerde önemlidir. Bu becerilerin gelişimi, bireyin fiziksel etkinliklere daha etkili bir şekilde katılmasını, günlük görevleri yerine getirmesini ve mesleki başarıyı etkileyebilir. Matematiksel modelleme sürecinde, bazı araçlar ve teknolojiler psikomotor becerilerin kullanımını gerektirebilir. Ayrıca deney ve gözlem gerektiren durumlarda psikomotor becerilere ihtiyaç duyulabilir.

Araştırma-İnceleme Becerisi

Araştırma inceleme becerisi, bireyin bilgi toplama, analiz etme, çıkarımlar yapma ve sonuçları düzenleme yeteneğini ifade eder. Bu beceri, bilgiye erişme, bilgiyi değerlendirme, problem çözme ve eleştirel düşünme yeteneklerini içerir. Araştırma inceleme becerisi genellikle akademik çalışmalar, profesyonel projeler ve kişisel gelişim süreçlerinde önemli bir rol oynar. Araştırma inceleme becerisi, öğrencilerin, akademisyenlerin, araştırmacıların ve profesyonellerin bilgiye ulaşma ve bu bilgiyi etkili bir şekilde kullanma yeteneklerini geliştirmelerine yardımcı olur. Bu beceri, birçok alanda başarıya ulaşmada önemli bir araçtır.

Matematiksel modelleme süreci de benzer bir yaklaşım gerektirir. Dolayısıyla modelleme süreci güçlü bir araştırma-inceleme yapılmasını gerektirebilir.

Karar Verme Becerisi

Karar verme becerisi, bir bireyin veya bir grup insanın, çeşitli seçenekler arasından en uygun olanı seçme yeteneğini ifade eder. Bu beceri, bir kişinin hedeflerine ulaşmak, sorunları çözmek veya belirli bir durumu yönetmek için gerekli olan seçenekleri değerlendirme, analiz etme ve en uygun olanı seçme sürecini içerir. Karar verme süreci şu unsurları içerir; bilgi toplama, seçenekleri değerlendirme, hedef belirleme, sonuçları değerlendirme, risk ve belirsizliklerle başa çıkma ve bağlamı anlama. Matematiksel modelleme süreci, karar verme becerisini geliştirmek için birçok fırsat sunar çünkü doğru kararlar almak için verilere dayalı analiz yapmayı ve farklı senaryoları değerlendirmeyi gerektirir. Bu nedenle, matematiksel modelleme sürecine katılanlar genellikle karar verme becerilerini geliştirme fırsatına sahip olurlar.

Girişimcilik Becerisi

Girişimcilik becerisi, bireylerin yeni fırsatları tanıma, yaratma ve bu fırsatları değerlendirme yeteneği olarak tanımlanabilir. Girişimcilik, kendi işini kurma, yeni ürün veya hizmetler geliştirme, risk alma ve inovasyon yapma gibi unsurları içerir. Matematiksel modelleme süreci, problem çözme, yaratıcılık, risk alma, karar verme, veri analizi, strateji geliştirme, inovasyon gibi alanlarda beceri geliştirme imkânı sağlarken sürece katılanların girişimcilik becerilerini geliştirme fırsatı sunabilir.

Öz Düzenleme Becerisi

Öz düzenleme bireyin kendi davranışlarını planlama, izleme ve değerlendirme yeteneğini ifade eden bir terimdir. Bu beceri, kişinin kendi hedeflerine ulaşmak için gerekli adımları belirleme, bu adımları takip etme, performansını değerlendirme ve gerektiğinde düzeltme yeteneği anlamına gelir. Öz düzenleme becerisi, öğrenme süreçlerinde, hedeflere ulaşmada ve kişisel gelişimde önemli bir rol oynar. Matematik eğitiminin temel hedeflerinden biri, öğrencilere kendi matematik yeteneklerine güvenmelerini ve başarı ya da başarısızlıkları üzerinde kontrol sahibi olmalarını sağlamaktır. Bu sebeple, matematik eğitiminde öğrencilerin öz düzenleme yeteneklerinin gelişimi büyük bir öneme sahiptir. İnsanlar, öz düzenleme becerilerini kullanarak kendi davranışlarını etkili bir şekilde yönetebilirler. Matematiksel modelleme süreci de disiplin gerektiren bir süreçtir ve başarılı olmak için öz düzenleme

becerisine sahip olmak önemlidir. Matematiksel modelleme süreci, disiplin, zaman yönetimi, dikkat ve konsantrasyon, stres yönetimi, hedef belirleme ve ilerleme takibi gibi öz düzenleme becerilerini gerektirir. Bu nedenle, matematiksel modelleme sürecine katılanlar öz düzenleme becerilerini geliştirebilirler.

MATEMATİKSEL MODELLEME YETERLİKLERİ

Modelleme yeterlikleri modelleme süreci ile ilişkilendirilerek aşağıdaki gibi açıklanmıştır (Maaß, 2006).

A. Gerçek problemi anlama ve gerçekliğe dayalı bir model kurma yeterliliği

- A1. Problem için varsayımlarda bulunma ve durumu sadeleştirme
- A2. Durumu etkileyen nicelikleri ayırt etme, bunları isimlendirme ve ilgili değişkenleri belirleme
- A3. Değişkenler arasında ilişkiler oluşturma
- A4. Problemi çözmek için uygun bilgiyi bulma ve ilgili olan/olmayan bilgileri ayırt etme

B. Gerçek modelden matematiksel model oluşturma yeterliliği

- B1. İlgili nicelikleri ve bunlar arasındaki ilişkileri matematikleştirme
- B2. Gerektiğinde ilgili nicelikleri ve bunlar arasındaki ilişkileri sadeleştirme ve bunların sayısı ile karmaşıklığını azaltma
- B3. Uygun matematiksel gösterimleri seçme ve durumları grafiksel olarak sunma

C. Oluşturulan matematiksel modeli çözme yeterliliği

- C1. Problemi daha küçük parçalara ayırma, benzer problemlerle ilişki kurma, problemi başka şekilde ifade etme ve inceleme, nicelikleri veya uygun verileri çeşitlendirme gibi buluşsal stratejileri kullanma
- C2. Problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma

D. Gerçek bir durumda matematiksel sonuçları yorumlama yeterliliği

- D1. Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama
- D2. Özel bir durum için geliştirilmiş olan çözümleri genelleme
- D3. Uygun bir matematiksel dil kullanarak ve/veya çözümler hakkında iletişim kurarak bir probleme çözümler sunma

E. Çözümü doğrulama yeterliliği

- E1. Bulunan çözümleri eleştirel olarak kontrol etme ve çözümler üzerine yansılarda bulunma
- E2. Çözümler durumu sağlamıyorsa, modelin bazı kısımlarını gözden geçirme ya da modelleme sürecinden tekrar geçme
- E3. Problemi çözmek için diğer yolları düşünme
- E4. Genel olarak modeli sorgulama

PROGRAMIN ÖĞRENME-ÖĞRETME YAKLAŞIMI

Bu program matematiksel modelleme süreci ve modelleme ile ilgili kavramları, kavramların kendi aralarındaki ilişkileri, modelleme yaklaşım ve perspektiflerini öğrenmeyi, matematiksel modelleme etkinliği hazırlamayı, matematiksel modelleme etkinliklerini çözebilmeyi ve öğretmenlik mesleği boyunca matematiksel modellemeyi uygulama becerilerinin kazandırılmasını amaçlamaktadır.

Program hem yapılandırmacı yaklaşım hem de proje temelli yaklaşımı benimser ve öğrenmenin öğrencilerin var olan bilgileriyle nasıl bağlantı kurduğuna odaklanır. Öğrencilerin kendi bilgilerini oluşturmalarına ve anlamalarına yönelik etkileşimli yöntemleri vurgular. Öğrencilerin eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirir. Öğrenme sürecini daha anlamlı hale getirir. Ayrıca öğrencilerin belirli bir projeyi planlama, uygulama ve değerlendirme süreçlerini içerir. Gerçek dünya sorunlarına çözüm bulmaya yöneliktir. Öğrencilere uygulamalı deneyimler sunar, iş birliği ve iletişim becerilerini geliştirmeye yardımcı olur. Program, modelleme etkinliklerinin sınıf ortamında uygulanmasında dikkat edilecek hususlara değinir. Program disiplinler arası etkinlik örnekleri ile ilkökul, ortaokul, lise ve üniversite düzeylerinde kazanım ve konulara göre kategorileştirilen modelleme etkinlik örnekleri içermektedir.

ÖĞRENME ÇIKTILARI

- Ö.Ç.1. Model, matematiksel model, modelleme ve matematiksel modelleme kavramlarını tanımlar ve bu kavramlara dair örnekler verir.
- Ö.Ç.2. Matematiksel modellemenin öğretim programlarındaki yerini açıklar.
- Ö.Ç.3. Matematiksel modelleme ve ispat arasındaki ilişkiyi kavrar.
- Ö.Ç.4. Matematiksel modelleme etkinliklerinin özelliklerini açıklar.
- Ö.Ç.5. Matematiksel modelleme perspektiflerini açıklar.
- Ö.Ç.6. Matematiksel modellemenin sınıf içi uygulamalarını bilir.
- Ö.Ç.7. Matematiksel modellemeye yönelik etkinlik ve problem durumlarını çözer.
- Ö.Ç.8. Matematiksel modelleme sürecinde gerekli olduğunda uygun teknolojileri kullanabilir.
- Ö.Ç.9. Matematiksel modelleme ve STEM ilişkisini kavrar.
- Ö.Ç.10. Matematiksel modellemenin sınıf uygulamalarında öğretmenlerin değişen rollerinin farkında olur.
- Ö.Ç.11. Matematiksel modellemeye yönelik zorlukları ve çözüm önerilerini açıklar.
- Ö.Ç.12. Matematiksel modelleme ve problem çözme ilişkisini kavrar.
- Ö.Ç.13. Matematik öğretiminde kullanılabilecek modelleme soruları tasarlayıp gerçek sınıf ortamında uygulayabilir.
- Ö.Ç.14. Öğrencilerin modelleme problemlerine ilişkin çözümleri ile modelleme beceri ve yeterliklerini değerlendirebilir.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Program tasarısında geleneksel ölçme değerlendirme araçları ve hem biçimlendirici değerlendirme hem de süreç değerlendirmesinin birlikte kullanılması önerilmektedir. Bu kullanım ile öğrenme sürecinin önemli ölçüde gelişmesi beklenmektedir. Biçimlendirici değerlendirme ve süreç değerlendirmesinin birlikte kullanımı ile öğrenciler kendi öğrenmelerine aktif olarak katılarak daha motive olurlar ve konu hakkında daha derin bir anlayış geliştirirler. Biçimlendirici değerlendirme yoluyla, eğitimciler öğrencilerin güçlü ve zayıf yönlerini belirleyebilir ve böylece bireysel ihtiyaçları karşılamak için eğitimi uyarlayabilirler. Bu yinelemeli değerlendirme ve geri bildirim süreci, sürekli iyileştirme kültürünü teşvik ederek hem öğretmenleri hem de öğrencileri büyüme alanlarını belirleme ve gerekli ayarlamaları yapma konusunda güçlendirir. Matematiksel modelleme dersinde ölçme ve değerlendirme, öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerini, problem çözme yeteneklerini ve modelleme süreçlerini anlamalarını sağlamak adına büyük bir öneme sahiptir. Bu bağlamda matematiksel modelleme dersi için ölçme ve değerlendirme işlemlerini sadece vize ve final sınavı yapılarak tamamlamanın yeterli olmadığı düşünülmektedir. Modelleme yeterliklerinin ölçülmesi için öğrencilerin modelleme etkinlikleri hazırlamaları, çözmeleri ve çözümlerini arkadaşlarına sunmaları beklenir. Quizler, vize ve final sınavları yanında ayrıca öğrencilere bireysel ödev ve grup proje ödevi şeklinde modelleme etkinlikleri hazırlamaları ve arkadaşlarına sunmaları istenecektir. Proje ödevi sözlü sunum, yazılı sunum, poster sunumu vb. şekilde olabilir. Yapılacak değerlendirme kriterleri ve etki düzeyleri tabloda gösterilmiştir.

	Öğrenciden İstenen Etkinlik	Etkinliğin Etki Düzeyi	Toplam
Ara Sınav Puanı	Ödev (Araştırma, Derleme, Özet Çıkarma vb.)	%10	%40
	Quiz	%30	
	Ara Sınav Notu	%60	
Final Puanı	Ödev (Araştırma, Derleme, Özet Çıkarma vb.)	%10	%60
	Quiz	%10	
	Proje Ödevi	%40	
	Final Notu	%40	

*Ölçme ve değerlendirme araçlarının; öğrenme ortamı, öğrenci sayısı, uygulama zamanı ve değişen şartlara göre revize edilmesi önerilir.

Matematiksel modelleme dersi öğretim programında ölçme ve değerlendirme boyutunun önemi aşağıda belirtilmiştir:

Analiz yeteneğinin izlenmesi: Matematiksel modelleme dersinde öğrencilere karmaşık problemleri analiz etme ve çözme becerisi kazandırılmaya çalışılır. Ölçme ve değerlendirme, öğrencilerin bu becerilerini izleyerek gelişimlerini değerlendirme olanağı sağlar.

Uygulama becerilerini değerlendirme: Lisans seviyesindeki öğrencilere matematiksel modellerin pratik uygulamalarını anlama ve gerçek dünya problemlerine çözüm üretme becerisi kazandırmak önemlidir. Ölçme ve değerlendirme, öğrencilerin bu becerilerini somut örneklerle değerlendirme fırsatı sunar.

Eleştirel düşünme ve model seçimini izleme: Öğrencilere, farklı matematiksel modeller arasında seçim yapma ve bu modelleri eleştirel bir bakış açısıyla değerlendirme yeteneği kazandırmak amaçlanır. Ölçme ve değerlendirme, öğrencilerin bu eleştirel düşünme süreçlerini izleme ve değerlendirme imkânı sağlar.

Etkileşimli ve iş birlikli çalışmaları izleme: Matematiksel modelleme genellikle grup projeleri ve etkileşimli çalışmaları içerir. Öğrencilerin birlikte çalışma, tartışma ve birbirlerine yardımcı olma yeteneklerini değerlendirmek, ölçme ve değerlendirme sürecinde önemli bir unsurdur.

Bireysel ve grup performansını değerlendirme: Ölçme ve değerlendirme, öğrencilerin bireysel olarak nasıl performans gösterdiklerini ve grup içinde nasıl etkileşimde bulunduklarını değerlendirmek için kullanılır. Bu, öğrencilerin kendi beceri seviyelerini ve grup dinamiklerini anlamalarına yardımcı olabilir.

Proje ve rapor değerlendirmesi: Öğrenciler genellikle matematiksel modelleme derslerinde proje ve raporlar hazırlarlar. Bu projeler, öğrencilerin konuya hakimiyetini ve matematiksel düşünme süreçlerini değerlendirmek için önemli bir kaynaktır.

Problem çözme yeteneklerinin gözlemlenmesi: Ölçme ve değerlendirme, öğrencilerin daha karmaşık matematiksel problemleri nasıl çözdüklerini ve bu problemleri eleştirel bir bakış açısıyla nasıl ele aldıklarını gözlemleme imkânı sağlar.

Etkili ders planlama: Elde edilen değerlendirme verileri, öğretim elemanlarının ders planlarını daha etkili bir şekilde oluşturma fırsatı sunar. Hangi konuların daha fazla vurgulanması gerektiğini belirleyerek, ders içeriğini daha iyi şekillendirebilirler.

Program geliştirme ve güncelleme: Toplanan değerlendirme verileri, matematiksel modelleme dersinin genel etkisini değerlendirmek ve gerektiğinde programı güncellemek için kullanılabilir. Bu, dersin kalitesini sürekli olarak artırmak için önemli bir adımdır.

Sonuç olarak, matematiksel modelleme dersinde ölçme ve değerlendirme, öğrencilerin matematiksel yeteneklerini geliştirmelerini, eleştirel düşünmelerini ve gerçek dünya problemlerine matematiksel çözümler üretmelerini destekleyerek etkili bir öğrenme sürecini sağlar.

DERS İZLENESİ

Hafta	Konu	Görevler Zorunlu Okumalar: (Önerilen kaynaklardan en az biri okunacak)	Ölçme ve Değerlendirme
1	✓ Dersin Amacı, İçeriği, Kaynaklar ve İşlenişin Tanıtımı ✓ Matematiksel Modellemeye Genel Bir Bakış: Matematik eğitimi açısından matematiksel modelleme nedir ve ne değildir? ✓ Türkiye ve diğer ülkelerin öğretim programlarında matematiksel modellemenin yeri	✓ Milli Eğitim Bakanlığı. (2017). <i>Ortaokul ve lise matematik dersi öğretim programı</i>. ✓ Bukova-Güzel, E., Doğan M.F., & Özturan-Çelik, A. (Ed.). (2021). <i>Matematiksel modelleme: teoriden uygulamaya bütünsel bir bakış</i>. Pegem Akademi. ✓ Korkmaz, F. (2023). <i>Farklı ülkelerdeki matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme ve matematiği modelleme görüşlerinin incelenmesi</i>. [Yüksek lisans tezi. Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi]. ✓ Lesh, R. & Doerr, H.M. (Ed.). (2003). <i>Beyond constructivism: models and modelling perspectives on mathematics problem solving, learning and teaching</i>. Routledge. ✓ Blum, P. L., Galbraith, & M. Niss (Ed.). (2007). <i>Modelling and applications in mathematics education</i>. The 14th ICMI Study Springer ✓ Asenpapa, R. S. (2015). Mathematical modeling: Essential for elementary and middle school students. <i>Journal of Mathematics Education</i>, 8(1), 16-29.	İlk hafta herhangi bir ölçme değerlendirme etkinliği yapılmayacaktır.
2	✓ Matematiksel modelleme nedir? ve ilgili temel kavramlar nelerdir? ✓ İspat ve modelleme	✓ Erbaş, A. K., Kertil, M., Çetinkaya, B., Çakıroğlu, E., Alacacı, C., & Baş, S. (2014). Matematik eğitiminde matematiksel modelleme: Temel kavramlar ve farklı yaklaşımlar. <i>Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri</i>, 14(4), 1-21. ✓ Lesh, R., Galbraith, P.L., Haines, C.R. & Hurford, A. (Ed.). (2010). <i>Modelling students' mathematical modeling competencies</i>. ICTMA 13 Springer. ✓ Ural, A. (2018). <i>Matematiksel modelleme eğitimi</i>. Anı Yayıncılık. ✓ Yıldız, A. (2020). <i>Öğretmenler için matematiksel modelleme</i>. Vizetek Yayıncılık. ✓ Lesh, R. & Doerr, H.M. (Ed.). (2003). <i>Beyond constructivism: models and modelling perspectives on mathematics problem solving, learning and teaching</i>. Routledge. ✓ Lesh, R., Galbraith, P.L., Haines, C.R. & Hurford, A. (Ed.). (2010). <i>Modelling students' mathematical modeling competencies</i>. ICTMA 13 Springer. ✓ Blum, P. L., Galbraith, & M. Niss (Ed.). (2007). <i>Modelling and applications in mathematics education</i>. The 14th ICMI Study Springer. ✓ Nelsen, R. B. (1993). <i>Proofs without words: Exercises in visual thinking</i>.	Quiz Ödev
3	✓ Matematiksel modelleme süreci ✓ Matematiksel modelleme perspektifleri	✓ Hıdıroğlu, N., Güzel, E.B. (2013). Matematiksel modelleme sürecini açıklayan farklı yaklaşımlar. <i>Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi</i>, 2(1), 127-145. ✓ Bukova- Güzel, E. (Ed.). (2018). <i>Matematik eğitiminde matematiksel modelleme: Araştırmacılar, eğitimciler ve öğrenciler için</i>. Pegem Akademi ✓ Bukova-Güzel, E., Doğan M.F., & Özturan-Çelik, A. (Ed.). (2021). <i>Matematiksel modelleme: teoriden uygulamaya bütünsel bir bakış</i>. Pegem Akademi ✓ Lesh, R., Galbraith, P.L., Haines, C.R. & Hurford, A. (Ed.). (2010). <i>Modelling students' mathematical modeling competencies</i>. ICTMA 13 Springer.	Quiz
4	✓ Matematiksel modelleme etkinliği nasıl hazırlanır ve çözülür?	✓ Tekin-Dede, A., & Bukova-Güzel, E. (2013). Matematik öğretmenlerinin model oluşturma etkinliği tasarım süreçlerinin incelenmesi: Obezite Problemi. <i>Elementary Education Online</i>, 12(4), 1100-1119. ✓ Erbaş, K. ve diğ. (2016). <i>Lise matematik konuları için günlük hayattan modelleme soruları</i>. TÜBA Yayıncılık ✓ Bukova-Güzel, E. (2018). <i>Matematik eğitiminde matematiksel modelleme</i>. Pegem Akademi ✓ Gürbüz, R. & Doğan, M. F. (Ed.). (2019). <i>Matematiksel modellemeye disiplinlerarası bakış: Bir STEM yaklaşımı</i>. Pegem Akademi	Quiz
5	✓ Teknoloji destekli matematiksel modelleme örnekleri nelerdir? Nasıl çözülür. ✓ Matematiksel modelleme ve STEM	✓ Bukova-Güzel, E., Doğan M.F., & Özturan-Çelik, A. (Ed.). (2021). <i>Matematiksel modelleme: teoriden uygulamaya bütünsel bir bakış</i>. Pegem Akademi ✓ Akay, M., & Çiltaş, A. (2019). <i>Matematik öğretiminde STEM</i>. Ertural Akademi ✓ Gürbüz, R. & Doğan, M. F. (Ed.). (2019). <i>Matematiksel modellemeye disiplinlerarası bakış: Bir STEM yaklaşımı</i>. Pegem Akademi	Quiz
6	✓ Matematiksel modellemede yaşanan zorluklar ve çözüm önerileri	✓ Bukova-Güzel, E., Doğan M.F., & Özturan-Çelik, A. (Ed.). (2021). <i>Matematiksel modelleme: teoriden uygulamaya bütünsel bir bakış</i>. Pegem Akademi ✓ Yıldız, A. (2020). <i>Öğretmenler için matematiksel modelleme</i>. Vizetek Yayıncılık ✓ Duran S., Berk, Ş., & Köklü, O. (2023). matematik öğretmenlerinin görüşlerine göre ortaokul matematik öğretiminde karşılaşılan sorunların ve çözüm önerilerinin incelenmesi. <i>Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi</i>, 57(57), 128-150. https://doi.org/10.15285/maruaebd.1181564	Quiz
7	✓ Matematiksel modelleme ve problem çözme ✓ Matematiksel modellemede değerlendirme	✓ Bukova-Güzel, E., Doğan M.F., & Özturan-Çelik, A. (Ed.). (2021). <i>Matematiksel modelleme: teoriden uygulamaya bütünsel bir bakış</i>. Pegem Akademi ✓ Alacacı, C., Erbaş, A.K., Kertil, M., Çetinkaya, B., Çakıroğlu, E., Ader Baş, S. (2014). Matematiksel modellemede temel kavramlar. <i>Kuram Ve Uygulamada Eğitim Bilimleri</i> 14(4), 1-21. ✓ Lesh, R., Galbraith, P.L., Haines, C.R. & Hurford, A. (Ed.). (2010). <i>Modelling students' mathematical modeling competencies</i>. ICTMA 13 Springer.	Quiz Ödev
Vize Sınavı			
8	✓ Matematiksel modellemede sınıf içi uygulamalar	✓ Bukova-Güzel, E., Doğan M.F., & Özturan-Çelik, A. (Ed.). (2021). <i>Matematiksel modelleme: teoriden uygulamaya bütünsel bir bakış</i>. Pegem Akademi ✓ Yıldız, A. (2020). <i>Öğretmenler için matematiksel modelleme</i>. Vizetek Yayıncılık ✓ Bilgili, S., & Çiltaş, A. (2023). Matematik eğitiminde matematiksel modelleme. Ç, E., Kaygusuz, K., Bilgili, A., Çiçek, H., Baltacı, Ö., Bugan, M.F., Bayram, A.T., Uluç, E.A. (Ed.). <i>Gaziantep Eğitimde Güncel Araştırmalar – 17</i> (sayfa 131-162). Özgür Eğitim Yayıncılık.	Quiz
9	✓ Matematiksel modelleme yeterlikleri	✓ Gürbüz, R. & Doğan, M. F. (Ed.). (2019). <i>Matematiksel modellemeye disiplinlerarası bakış: Bir STEM yaklaşımı</i>. Pegem Akademi ✓ Ural, A. (2018). <i>Matematiksel modelleme eğitimi</i>. Anı yayıncılık	Quiz

		✓ Bukova- Güzel, E. (Ed.). (2018). <i>Matematik eğitiminde matematiksel modelleme: araştırmacılar, eğitimciler ve öğrenciler için</i> . Pegem Akademi ✓ Lesh, R., Galbraith, P.L., Haines, C.R. & Hurford, A. (Ed.). (2010). <i>Modelling students' mathematical modeling competencies</i> . ICTMA 13 Springer.	
10-11-12	✓ Literatürde var olan matematiksel modelleme problemlerinin çözümünün yapılması.	Tüm kaynaklar	Ödev (araştırma, derleme)
13-14	✓ Matematik öğretiminde kullanılabilecek modelleme soruları tasarlayıp sunma		Proje & Akran değerlendirme
Final Sınavı			

ÖNERİLEN KAYNAKLAR

İlkokul ve Ortaokulda Etkinlik Örnekleriyle Matematiksel Modelleme (Pegem Akademi, 2023)

Lise Matematik Konuları İçin Günlük Hayattan Modelleme Soruları (TÜBA Yayıncılık, 2016)

Matematik Eğitiminde Matematiksel Modelleme (Pegem Akademi, 2019)

Matematik Eğitiminde Matematiksel Modelleme ve Ortaokul Öğrencileri İçin Çözümlü Problemler (Efe Akademi Yayınları, 2023)

Matematik Eğitiminde Modelleme Etkinlikleri (Pegem Akademi, 2019)

Matematiksel Modelleme Eğitimi (Anı Yayınları, 2021)

Matematik Eğitiminde Matematiksel Modelleme Perspektifleri ve Sınıf İçi Uygulamalar (Pegem Akademi, 2023)

Matematiksel Modelleme: Teoriden Uygulamaya Bütünsel Bakış (Pegem Akademi, 2021)

Matematiksel Modellemeye Disiplinler Arası Bakış (Pegem Akademi, 2020)

Öğretmenler için Matematiksel Modelleme- Uygulamalı Matematik Eğitimi için Pratik Bir Rehber (Springer, 2020)

Matematiksel Modelleme (Gazi Kitabevi, 2015)

Beyond constructivism: models and modelling perspectives on mathematics problem solving, learning and teaching (Routledge, 2003)

Modelling Students' Mathematical Modeling Competencies (Springer, 2010)

Modeling and Applications in Mathematics Education (Springer, 2007)

HAFTALIK DERS İÇERİKLERİ

1.Hafta

Öğrenme Çıktısı	Matematiksel modelleme tanımını bilir. Matematiksel modelleme hakkında genel bilgi sahibi olur.
Alt Hedefler	1. Matematiksel modelleme kavramını açıklar. 2. Günlük hayatta matematiksel modellere örnek verir.
Yöntem (Öğrenme-Öğretme Süreci)	Giriş: Motivasyon: Günlük hayattan matematiksel modelleme örnekleri vererek öğrencilerin dikkatini çekmek. Öğrencilerin ön bilgileri: "Matematiksel modelleme" terimini duymuşlar mı, ne anladıklarını sormak. Matematiksel Modellemenin Tanımı ve Önemi: Tanım: Matematiksel modellemenin, gerçek dünyadaki durumları matematiksel ifadeler ve ilişkilerle temsil etme süreci olduğunu açıklamak. Örnekler: Basit bir matematiksel model (örneğin, doğrusal bir denklem) oluşturarak modellemenin nasıl yapıldığını göstermek. Önem: Matematiksel modellemenin problem çözme, karar verme, tahmin yapma gibi becerileri geliştirmede neden önemli olduğunu vurgulamak. Matematiksel Modelleme Süreci: Adımlar: Problem tanımlama, veri toplama, model oluşturma, modelin test edilmesi ve yorumlanması gibi adımları açıklamak. Akış şeması: Modelleme sürecini görsel bir akış şemasıyla desteklemek. <u>Öğretmen notları:</u>

- Ders boyunca öğrencilerin aktif katılımını sağlamak için farklı öğrenme yöntemleri (grup çalışması, tartışma, sunum vb.) kullanılmalıdır.
- Güncel örnekler ve teknolojik araçlar kullanarak ders daha ilgi çekici hale getirilebilir.
- Öğrencilerin farklı seviyelerde olmasına dikkat edilerek etkinlikler düzenlenmelidir.
- Matematiksel modelleme yazılımları (örneğin, GeoGebra, MATLAB) kullanılarak öğrencilerin pratik yapmaları sağlanabilir.

Süre	1 ders saati
Araç-Gereçler	Bilgisayar, projeksiyon makinesi, etkileşimli tahta, internet bağlantısı, beyaz tahta, tahta kalemi.
Etkinlikler	Büyük ayak problemi (yaratıcılık becerisi, eleştirel düşünme becerisi, liderlik ve sorumluluk becerisi, ilişkilendirme becerisi gibi becerilere katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.)
Ölçme ve Değerlendirme	Bu öğrenme çıktısına ilişkin ölçme ve değerlendirme quiz ve vize sınavında yapılabilir. Bilgi ve kavrama düzeyini ölçmeye yönelik birkaç soru quiz ve vize sınavlarında sorulur. Değerlendirme yapılırken web 2.0 araçlarından faydalanılabilir.

1.hafta (devam)

Öğrenme Çıktısı	Matematiksel modellemenin öğretim programlarındaki yerini açıklar.
Alt Hedefler	3. Uluslararası öğretim programlarında (Almanya, Abd, Avustralya, Çin, Danimarka, Finlandiya, Hollanda, İngiltere, İsveç, Japonya, Singapur) matematiksel modellemenin yerini açıklar.

4. Türk eğitim sistemi öğretim programlarında matematiksel modellemenin yerini açıklar.
5. Matematiksel modelleme ile ilgili ulusal ve uluslararası projeleri bilir.

Yöntem (Öğrenme-
Öğretme Süreci)

Matematik Eğitiminde Matematiksel Modellemenin Yeri:

Neden önemli: Matematiği günlük hayata bağlama, öğrencilerin soyut kavramları anlamalarına yardımcı olma gibi nedenlerle matematiksel modellemenin matematik eğitimindeki önemini vurgulamak.

PISA ve TIMSS sonuçları: Uluslararası öğrenci değerlendirme sonuçlarına göre Türkiye ve diğer ülkelerdeki öğrencilerin matematiksel modelleme becerilerinin genel durumu hakkında bilgi vermek.

Türkiye ve diğer ülkelerdeki öğretim programlarında matematiksel modellemenin yeri:

Türkiye Milli Eğitim müfredatı: Türk eğitim sisteminde matematiksel modellemenin hangi sınıflarda ve hangi konularda yer aldığını incelemek.

Diğer ülkeler: ABD, İngiltere, Singapur gibi ülkelerin matematik öğretim programlarında matematiksel modellemeye ne kadar yer verildiğini karşılaştırmak.

Öğrenci etkinliği: Öğrencilerden gruplara ayrılarak farklı ülkelerin matematik öğretim programlarını karşılaştırmaları ve sonuçlarını sunmaları istenebilir.

Sınıf tartışması:

Türkiye'deki matematik öğretim programında matematiksel modellemeye daha fazla yer verilmesi için neler yapılabileceği hakkında sınıfça tartışmak.

Öğrencilerin dersle ilgili düşüncelerini ve sorularını almak.

Öğretmen notları:

- Ders boyunca öğrencilerin aktif katılımını sağlamak için farklı öğrenme yöntemleri (grup çalışması, tartışma, sunum vb.) kullanılmalıdır.
- Güncel örnekler ve teknolojik araçlar kullanarak ders daha ilgi çekici hale getirilebilir.
- Öğrencilerin farklı seviyelerde olmasına dikkat edilerek etkinlikler düzenlenmelidir.
- Matematiksel modelleme yazılımları (örneğin, geogebra, matlab) kullanılarak öğrencilerin pratik yapmaları sağlanabilir.

Süre	1 ders saati
Araç-gereçler	Bilgisayar, projeksiyon makinesi, etkileşimli tahta, internet bağlantısı, beyaz tahta, tahta kalem, farklı ülkelerin matematik öğretim programlarına ait örnekler.
Etkinlikler	Büyük ayak problemi (yaratıcılık becerisi, eleştirel düşünme becerisi, liderlik ve sorumluluk becerisi, ilişkilendirme becerisi gibi becerilere katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.)
Ölçme ve Değerlendirme	Bu öğrenme çıktısına ilişkin ölçme ve değerlendirme quiz ve vize sınavında yapılabilir. Bilgi ve kavrama düzeyini ölçmeye yönelik birkaç soru quiz ve vize sınavlarında sorulur. Değerlendirme yapılırken web 2.0 araçlarından faydalanılabilir.

2.Hafta

Öğrenme Çıktısı	Model, matematiksel model, modelleme ve matematiksel modelleme kavramlarını tanımlar ve bu kavramlara dair örnekler verir.
Alt Hedefler	1. Model kavramını açıklar ve örnek verir. 2. Matematiksel model kavramını açıklar ve örnek verir. 3. Modelleme kavramını açıklar ve örnek verir. 4. Matematiksel modelleme kavramını açıklar ve örnek verir.
Yöntem (Öğrenme-Öğretme Süreci)	Giriş: Motivasyon: Günlük hayattan model örnekleri (küre model, araba modeli, hava durumu tahmini modeli vb.) vererek öğrencilerin dikkatini çekmek. Öğrencilerin ön bilgileri: Öğrencilerden "model" kavramını nasıl anladıklarını sormak, zihinlerinde canlandırdıkları modelleri paylaşımlarını istemek. Model kavramı: Tanım: Modelin, gerçek bir sistemin veya sürecin basitleştirilmiş bir temsili olduğunu açıklamak. Türleri: Fiziksel modeller (maket, oyuncak), kavramsal modeller (akış şeması, zihin haritası), matematiksel modeller gibi farklı model türlerini örneklerle açıklamak. Önem: Modelin, karmaşık sistemleri anlamayı kolaylaştırma, deneyler yapma, tahminlerde bulunma gibi amaçlarla kullanıldığını vurgulamak. Matematiksel model kavramı: Tanım: Matematiksel modelin, gerçek dünyadaki bir durumu veya ilişkiyi matematiksel ifadeler, denklemler veya formüllerle temsil etme süreci olduğunu açıklamak.

Örnekler: Basit bir doğrusal denklemle nüfus artışını modelleme, bir cismin hareketini diferansiyel denklemle modelleme gibi örnekler vermek.

Özellikleri: Matematiksel modellerin genellikle idealize edilmiş ve basitleştirilmiş olduğunu, ancak gerçek dünyayı anlamlı bir şekilde temsil edebildiğini vurgulamak.

Modelleme ve matematiksel modelleme kavramları:

Modelleme süreci: Modelleme sürecinin adımlarını (problem tanımlama, veri toplama, model oluşturma, modelin test edilmesi ve yorumlanması) detaylı bir şekilde açıklamak.

Matematiksel modelleme ve diğer modelleme türleri arasındaki fark: Matematiksel modellemenin diğer modelleme türlerinden (fiziksel, kavramsal) nasıl farklılaştığını karşılaştırmalı olarak açıklamak.

Örnek bir uygulama: Öğrencilere basit bir problem vererek (örneğin, bir odanın sıcaklığının zamanla nasıl değiştiğini modelleme) matematiksel modelleme sürecini adım adım göstermek.

Sınıf tartışması: Öğrencilerden farklı alanlardaki (fizik, ekonomi, biyoloji, sosyal bilimler vb.) matematiksel modelleme örnekleri vermelerini istemek.

Süre	1 ders saati
Araç-Gereçler	Bilgisayar, projeksiyon makinesi, etkileşimli tahta, internet bağlantısı, beyaz tahta, tahta kalemi
Etkinlikler	Obezite problemi (problem kurma ve çözme becerisi, güven ve öz yönetim becerisi, psiko motor beceriler, karar verme becerisi, ilişkilendirme becerisi gibi becerilere katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.)

Ölçme ve Değerlendirme	Öğrencilerin kavramları doğru bir şekilde tanımlayıp tanımlayamadıkları, farklı model türleri arasındaki farkları açıklayıp açıklayamadıkları, matematiksel modelleme sürecinin adımlarını sıralayıp sıralayamadıkları, verilen örnekleri analiz edip yorumlayıp yorumlayamadıkları ölçmek için kısa bir quiz yapılabilir. Bilgi ve kavrama düzeyini ölçmeye yönelik birkaç soru vize sınavında sorulur. Dersin başlangıcında birinci hafta konusu ve ikinci hafta konusunu kapsayan birkaç açık uçlu sorudan oluşan quiz sınavı yapılabilir. Değerlendirme yapılırken web 2.0 araçlarından faydalanılabilir.
------------------------	---

2.Hafta (Devam)

Öğrenme Çıktısı	Matematiksel modelleme ve ispat arasındaki ilişkiyi anlar.
Alt Hedefler	5. Matematiksel modelleme ve ispat arasındaki ilişkiyi anlar. 6. Matematiksel modelleme ile ispat yapabilir.
Yöntem (Öğrenme-Öğretme Süreci)	Giriş: Motivasyon: Öğrencilere günlük hayattan bir örnek vererek (örneğin, bir salgının yayılımının matematiksel bir modelle tahmin edilmesi) modellemenin önemini vurgulamak. Ön bilgilerin yenilenmesi: Önceki derste öğrenilen model, matematiksel model, modelleme ve ispat kavramlarını kısaca tekrar etmek. Matematiksel modelleme süreci: Adımların tekrarı: Modelleme sürecinin (problem tanımlama, veri toplama, model oluşturma, modelin test edilmesi ve yorumlanması) adımlarını tekrar etmek.

İspatın yeri: Her adımda ispatın ne gibi bir rol oynayabileceğini vurgulamak (örneğin, modelin doğru olup olmadığını ispat etmek, modelin sonuçlarının geçerliliğini göstermek).

İspatın matematiksel modellemedeki rolü:

Modelin doğruluğu: Bir modelin doğru olup olmadığını kanıtlamanın önemini vurgulamak. Bu noktada, modelin gerçek dünyadaki verilerle ne kadar uyumlu olduğunu göstermek için yapılan testlerin aslında birer ispat olduğunu belirtmek.

Modelin genelleştirilebilirliği: Bir modelin farklı durumlara uygulanabilirliğini göstermek için yapılan ispatların önemini vurgulamak.

Modelin sınırlamaları: Bir modelin geçerlilik sınırlarını belirlemek için yapılan ispatların önemini vurgulamak.

Örneklerle açıklama: Basit bir matematiksel model (örneğin, basit harmonik hareket) üzerinden modelin doğrulama ve genelleştirme süreçlerinde ispatın nasıl kullanıldığını göstermek.

Öğrenci etkinliği:

Grup çalışması: Öğrencileri küçük gruplara ayırarak, verilen bir matematiksel modele (örneğin, bir popülasyonun büyüme modeli) dair farklı sorular sormalarını ve bu sorulara cevap bulmak için hangi tür ispatlara ihtiyaç duyulacağını tartışmalarını sağlamak.

Öğretmen notları:

- Ders boyunca soyut kavramları somutlaştırmak için görsel materyaller ve örnekler kullanmak önemlidir.
- Öğrencilerin aktif katılımını sağlamak için farklı öğrenme yöntemleri (grup çalışmaları, tartışmalar, bireysel çalışmalar) kullanılmalıdır.

•Matematiksel yazılımlar (örneğin, MATLAB, Mathematica) kullanılarak öğrencilerin modelleme ve ispat süreçlerini deneyimlemeleri sağlanabilir.

•Farklı disiplinlerden örnekler vererek matematiksel modellemenin önemini vurgulamak öğrencilerin motivasyonunu artıracaktır.

Süre	1 ders saati
Araç-Gereçler	Bilgisayar, projeksiyon makinesi, etkileşimli tahta, internet bağlantısı, beyaz tahta, tahta kalem
Etkinlikler	Obezite problemi (problem kurma ve çözme becerisi, güven ve öz yönetim becerisi, psiko motor beceriler, öz düzenleme becerisi, karar verme becerisi, ilişkilendirme becerisi gibi becerilere katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.)
Ölçme ve Değerlendirme	Bu öğrenme çıktısına ilişkin ölçme ve değerlendirme quiz ve vize sınavında yapılabilir. Bilgi ve kavrama düzeyini ölçmeye yönelik birkaç soru quiz ve vize sınavında sorulur. Dersin başlangıcında birinci hafta konusu ve ikinci hafta konusunu kapsayan birkaç açık uçlu sorudan oluşan quiz sınavı yapılabilir. Değerlendirme yapılırken web 2.0 araçlarından faydalanılabilir.

3. Hafta

Öğrenme Çıktısı	Matematiksel modelleme etkinliklerinin özelliklerini açıklar. Matematiksel modelleme sürecini açıklayan farklı yaklaşımları bilir.
Alt Hedefler	1. Modelleme yaklaşımlarına göre matematiksel modelleme etkinliklerinin özelliklerini açıklar. 2. Model oluşturma etkinliklerini tasarlarken kullanılması gereken prensipleri bilir. 3. Model oluşturma etkinliklerinin bölümlerini bilir. 4. Farklı matematiksel modelleme süreç yaklaşımlarını tanıır.
Yöntem (Öğrenme-Öğretme Süreci)	Giriş: Motivasyon: Öğrencilere günlük hayattan bir modelleme etkinliği örneği vererek (örneğin, bir salgının yayılımını simüle eden bir bilgisayar programı) konuya giriş yapmak. Ön bilgilerin yenilenmesi: Önceki derslerde öğrenilen model, matematiksel model, modelleme ve ispat kavramlarını kısaca tekrar etmek. Matematiksel modelleme etkinliklerinin tanımı: Tanım: Matematiksel modelleme etkinliklerinin, gerçek dünyadaki bir problemi matematiksel yöntemlerle çözmeye yönelik öğrenme etkinlikleri olduğunu açıklamak. Matematiksel modelleme yaklaşımları: Gerçekçi (uygulamalı), epistemolojik, sosyo-kritik (eleştirel), bağlamsal ve eğitimsel modelleme yaklaşımlarına göre modelleme özellikleri açıklanır. Bağlamsal modelleme yaklaşımında modelleme etkinlikleri özellikleri; model oluşturma prensibi, gerçeklik prensibi, öz değerlendirme prensibi, yapı belgelendirme prensibi, model genelleme prensibi ve etkili prototip prensibi ayrı ayrı açıklanır.

Matematiksel modelleme etkinliklerinin diğer öğrenme etkinliklerinden farkları:

Pasif öğrenmeden aktif öğrenmeye geçiş: Modelleme etkinliklerinin, öğrencileri pasif bir dinleyici olmaktan çıkarıp, aktif bir katılımcı konumuna getirdiğini vurgulamak.

Teoriden pratiğe geçiş: Öğrenilen teorik bilgilerin pratikte kullanılmasını sağladığını belirtmek.

Bireysel öğrenmeden iş birlikli öğrenmeye geçiş: Grup çalışmalarıyla öğrencilerin sosyal becerilerini geliştirdiğini ve farklı bakış açılarını öğrenmelerini sağladığını vurgulamak.

Öğretmen notları:

- Ders boyunca farklı örnekler (fizik, ekonomi, biyoloji vb.) vererek öğrencilerin modelleme etkinliklerinin geniş bir yelpazede kullanılabileceğini anlamalarını sağlamak önemlidir.
- Öğrencilerin kendi modellerini oluşturmaları için fırsatlar sunmak, öğrenme sürecinde daha etkili olacaktır.
- Modelleme yazılımları (örneğin, MATLAB, Mathematica) kullanılarak öğrencilerin pratik yapmaları sağlanabilir.
- Değerlendirme sürecinde, öğrencilerin sadece sonuçlarına değil, aynı zamanda süreçlerine de odaklanmak önemlidir.

Süre	1 ders saati
Araç-Gereçler	Bilgisayar, projeksiyon makinesi, etkileşimli tahta, internet bağlantısı, beyaz tahta, tahta kalemi
Etkinlikler	Büyük ayak problemi
Ölçme ve Değerlendirme	Bu öğrenme çıktısına ilişkin ölçme ve değerlendirme quiz ve vize sınavında yapılabilir. Bilgi ve kavrama düzeyini ölçmeye yönelik birkaç soru quiz ve vize sınavında sorulur. Dersin başlangıcında ikinci ve üçüncü hafta konusunu kapsayan birkaç açık uçlu

sorudan oluşan quiz sınavı yapılabilir. Değerlendirme yapılırken web 2.0 araçlarından faydalanılabilir.

3.Hafta (devam)

Öğrenme Çıktısı	Matematiksel modelleme perspektiflerini açıklar.
Alt Hedefler	5. Matematiksel modelleme perspektiflerini açıklar. 6. Matematiksel modelleme perspektiflerinin özelliklerini bilir.
Yöntem (Öğrenme-Öğretme Süreci)	Giriş: Modelleme perspektiflerinin önemini ve gerçek dünya problemleri çözmedeki rolünü açıklama. Matematiksel modelleme perspektiflerinin tanımı: Farklı matematiksel modelleme perspektiflerini tanımlama Her bir perspektifin nasıl kullanıldığını ve hangi durumlarda daha etkili olduğunu örneklerle gösterme. Matematiksel modelleme perspektiflerinin özellikleri: Gerçekçi, Eğitimsel, bağlamsal, epistemolojik, sosyo-eleştirel ve bilişsel/üstbilişsel modelleme perspektiflerinin temel özelliklerini açıklama. Farklı perspektiflerin ortak ve farklı yönlerini tablo veya şema şeklinde özetlemek. Uygulama ve tartışma: Öğrencilere, belirli bir problemi farklı matematiksel modelleme perspektifleriyle ele almaları için görev verme. Grupların çözümlerini sınıf önünde paylaşımlarına ve diğer gruplarla tartışmalarına olanak tanıma. Öğrenci merkezli perspektif gelişimi:

Öğrencilere, kendi matematiksel modelleme perspektiflerini nasıl geliştirebilecekleri konusunda rehberlik etme.

Öğrencilere, kendi seçtikleri bir konu üzerinde bir matematiksel model geliştirmeleri için verilen ödevin perspektifini belirmelerini isteme.

Grup çalışması: Öğrencileri küçük gruplara ayırarak, verilen bir modelleme örneğini farklı perspektiflerden analiz etmelerini istemek.

Öğretmen notları:

- Ders boyunca görsel materyaller (grafikler, diyagramlar, animasyonlar) kullanarak öğrencilerin ilgisini çekmek önemlidir.
- Farklı öğrenme stillerine hitap etmek için çeşitli etkinlikler (grup çalışmaları, tartışmalar, bireysel çalışmalar) düzenlenmelidir.
- Güncel örnekler ve gerçek hayat problemleri üzerinden modelleme sürecinin farklı perspektiflerden incelenmesi öğrencilerin motivasyonunu artıracaktır.

Süre	1 ders saati
Araç-Gereçler	Bilgisayar, projeksiyon makinesi, etkileşimli tahta, internet bağlantısı, beyaz tahta, tahta kalemi
Etkinlikler	Büyük ayak problemi
Ölçme ve Değerlendirme	Bu öğrenme çıktısına ilişkin ölçme ve değerlendirme quiz ve vize sınavında yapılabilir. Bilgi ve kavrama düzeyini ölçmeye yönelik birkaç soru quiz ve vize sınavında sorulur. Dersin başlangıcında ikinci ve üçüncü hafta konusunu kapsayan birkaç açık uçlu sorudan oluşan quiz sınavı yapılabilir. Değerlendirme yapılırken web 2.0 araçlarından faydalanılabilir.

4.Hafta

Öğrenme Çıktısı	Matematiksel modellemeye yönelik etkinlik hazırlar ve problem durumlarını çözer.
Alt Hedefler	1. Matematiksel modellemeye yönelik etkinlik hazırlama basamaklarını bilir. 2. Matematiksel modelleme etkinliklerinde problem durumlarını çözer. 3. Matematiksel modelleme etkinlik durumlarına farklı bakış açıları geliştirebilir.
Yöntem (Öğrenme-Öğretme Süreci)	Giriş: Motivasyon: Öğrencilere günlük hayattan bir problem örneği vererek (örneğin, bir şehrin trafik yoğunluğunu azaltmak için bir model oluşturma) konuya giriş yapmak. Ön bilgilerin yenilenmesi: Önceki derslerde öğrenilen model, matematiksel model, modelleme ve modelleme perspektifleri kavramlarını kısaca tekrar etmek. Matematiksel modelleme etkinliği hazırlama süreci: Adımlar: Bir matematiksel modelleme etkinliği hazırlarken izlenmesi gereken adımları detaylı bir şekilde açıklamak (problem tanımlama, veri toplama, model oluşturma, modelin test edilmesi ve yorumlanması). Örnek bir etkinlik: Öğrencilere basit bir problem vererek etkinlik hazırlama sürecinin tüm adımlarını adım adım göstermek. Problem Durumlarını Çözme Farklı alanlardan örnekler: Fizik, ekonomi, biyoloji gibi farklı alanlardan gerçek hayat problemleri sunmak. Grup çalışması: Öğrencileri küçük gruplara ayırarak, verilen problemlerden birini seçerek matematiksel model oluşturmalarını ve çözmelerini istemek.

Grup çalışmalarının değerlendirilmesi: Grupların çözümlerini değerlendirerek güçlü ve zayıf yönlerini belirlemek.

Sınıf tartışması: Farklı grupların çözümlerini karşılaştırarak, hangi yöntemlerin daha etkili olduğunu tartışmak.

Süre	2 ders saati
Araç-Gereçler	Bilgisayar, projeksiyon makinesi, etkileşimli tahta, internet bağlantısı, beyaz tahta, tahta kalem
Etkinlikler	Erzurum saat kulesi - kamyon şoförü (Problem kurma ve çözme becerisi, eleştirel düşünme becerisi, araştırma inceleme becerisi, akıl yürütme becerisi, karar verme becerisi, ilişkilendirme becerisi gibi becerilere katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.)
Ölçme ve Değerlendirme	Bu öğrenme çıktısına ilişkin ölçme ve değerlendirme quiz ve vize sınavında yapılabilir. Bilgi ve kavrama düzeyini ölçmeye yönelik birkaç soru quiz ve vize sınavında sorulur. Dersin başlangıcında üçüncü ve dördüncü hafta konusunu kapsayan birkaç açık uçlu sorudan oluşan quiz sınavı yapılabilir. Ayrıca öğrencilere matematiksel modelleme ile ilgili araştırma derleme ödevi verilebilir. Derste küçük gruplar oluşturulabilir ve oluşturulan grup çalışmalarının değerlendirilmesi için şu değerlendirme ölçekleri kullanılabilir; grupların çözümlerini değerlendirerek güçlü ve zayıf yönlerini belirlemek, öğrencilerin problem durumunu doğru bir şekilde tanımlayıp tanımlayamadıkları belirlemek, uygun veri toplama yöntemleri kullanıp kullanmadıklarını belirlemek, geliştirdikleri modelin problemle uygunluğunu değerlendirebilmelerini kontrol etmek, modeli çözmek için uygun matematiksel yöntemleri kullanıp kullanmadıklarını test etmek ve sonuçlarını doğru bir şekilde yorumlayıp yorumlayamadıklarını test etmek.

5.Hafta

Öğrenme Çıktısı	Matematiksel modelleme sürecinde gerekli olduğunda uygun teknolojileri kullanabilir.
Alt Hedefler	1. Modelleme problemlerinin çözüm sürecinde dinamik geometrik yazılımları veya hesap çizelgesi programlarını kullanarak daha karmaşık durumlar için simülasyonlar oluşturabilir. 2. Bilgisayar ve cebir sistemleri gibi dijital araçları kullanarak cebirsel ve sayısal hesaplamaları yapabilir. 3. Teknolojik araçlar yardımıyla problemi çözme sürecinde kullanılan verilerin cebirsel temsilini bulabilir. 4. Dinamik geometrik yazılımlarını kullanarak çözümü görselleştirebilir. 5. Dijital araçları problemin çözümünün kontrol edilmesinde kullanabilir.
Yöntem (Öğrenme-Öğretme Süreci)	Giriş: Motivasyon: Öğrencilere günlük hayattan bir modelleme örneği vererek konuya giriş yapmak. Ön bilgilerin yenilenmesi: Önceki derslerde öğrenilen model, matematiksel model, modelleme ve modelleme etkinliklerinin özellikleri kavramlarını kısaca tekrar etmek. Matematiksel modelleme sürecinde teknolojinin rolü: Neden teknoloji? Teknolojinin modelleme sürecinde zaman kazandırdığını, karmaşık hesaplamaları kolaylaştırdığını, görselleştirme imkanı sunduğunu ve farklı senaryoları hızlıca test etmeye olanak sağladığını vurgulamak. Hangi teknolojiler? Matematiksel modellemede kullanılan yaygın yazılımlar (MATLAB, Python, Excel vb.) ve online araçları tanıtmak.

Teknolojinin avantajları: Teknolojinin modelleme sürecinde sağladığı avantajları örneklerle açıklamak (veri analizi, simülasyon, görselleştirme).

Teknoloji kullanımı örnekleri:

Birlikte uygulama: Öğrencilerle birlikte basit bir modelleme problemi seçerek bu problemi çözmek için uygun bir yazılım kullanmak.

Öğrenci etkinliği: Öğrencileri küçük gruplara ayırarak, farklı problem türleri için uygun teknolojileri seçmelerini ve bu teknolojileri kullanarak modelleme yapmalarını istemek.

Sınıf tartışması: Farklı grupların kullandıkları teknolojileri ve karşılaştıkları sorunları tartışmak.

Süre	1 ders saati
Araç-Gereçler	Bilgisayar, projeksiyon makinesi, etkileşimli tahta, beyaz tahta, tahta kalem
Etkinlikler	Küresel ısınma problemi - diş hekimi randevuları (Problem kurma ve çözme becerisi, tahmin becerisi, araştırma inceleme becerisi, akıl yürütme becerisi, bilgi teknolojilerini kullanma becerisi, ilişkilendirme becerisi gibi becerilere katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.)
Ölçme ve Değerlendirme	Bu öğrenme çıktısına ilişkin ölçme ve değerlendirme quiz ve vize sınavında yapılabilir. Bilgi ve kavrama düzeyini ölçmeye yönelik birkaç soru quiz ve vize sınavında sorulur. Dersin başlangıcında dördüncü ve beşinci hafta konusunu kapsayan birkaç açık uçlu sorudan oluşan quiz sınavı yapılabilir. Değerlendirme yapılırken web 2.0 araçlarından faydalanılabilir.

5.Hafta(devam)

Öğrenme Çıktısı	Matematiksel modelleme ve STEM ilişkisini kavrar.
-----------------	---

Alt Hedefler	1. Matematiksel modelleme ve STEM arasındaki ilişkiyi bilir. 2. Matematiksel modellemeye disiplinler arası bakış açısı geliştirebilir.
Yöntem (Öğrenme-Öğretme Süreci)	Giriş: Motivasyon: Öğrencilere günlük hayattan STEM alanlarından örnekler vererek (akıllı telefonların tasarımı, iklim değişikliği modelleri, yeni ilaçların geliştirilmesi) konuya giriş yapmak. Ön bilgilerin yenilenmesi: Önceki derslerde öğrenilen model, matematiksel model, modelleme ve modelleme sürecindeki teknolojinin kullanımı kavramlarını kısaca tekrar etmek. STEM nedir?: STEM'in tanımı: Science (Bilim), Technology (Teknoloji), Engineering (Mühendislik) ve Mathematics (Matematik) disiplinlerinin bir araya gelmesiyle oluşan STEM kavramını açıklamak. STEM'in Önemi: STEM alanlarının 21. yüzyıl becerileri için ne kadar önemli olduğunu vurgulamak. Matematiksel modelleme ve STEM arasındaki ilişki: Ortak Noktalar: Problem çözme: Her iki alanın da temel amacının gerçek dünyadaki problemleri çözmek olduğunu vurgulamak. Veri Analizi: Hem matematiksel modellemede hem de STEM alanlarında verilerin toplanması, analiz edilmesi ve yorumlanmasının önemini belirtmek. Soyut düşünme: Her iki alanda da soyut kavramları anlama ve bu kavramları kullanarak modeller oluşturma becerisinin gerekli olduğunu vurgulamak. Farklı STEM alanlarındaki uygulamalar:

Fizik: Fiziksel olayları matematiksel modellerle açıklamak (örneğin, basit harmonik hareket, Newton'un hareket yasaları).

Biyoloji: Biyolojik sistemleri matematiksel modellerle simüle etmek (örneğin, popülasyon büyümesi, hastalık yayılımı).

Mühendislik: Mühendislik problemlerini çözmek için matematiksel modeller kullanmak (örneğin, yapıların dayanıklılığını hesaplamak, yeni ürünler tasarlamak).

Bilgisayar bilimi: Bilgisayar programları ve algoritmalar geliştirmek için matematiksel modeller kullanmak (örneğin, yapay zeka, makine öğrenmesi).

Öğrenci etkinliği:

Grup çalışması: Öğrencileri küçük gruplara ayırarak, verilen bir STEM alanından bir problem seçerek bu problemi çözmek için matematiksel bir model oluşturmalarını istemek.

Süre	1 ders saati
Araç-Gereçler	Bilgisayar, projeksiyon makinesi, etkileşimli tahta
Etkinlikler	Küresel ısınma problemi - diş hekimi randevuları (Problem kurma ve çözme becerisi, tahmin becerisi, araştırma inceleme becerisi, akıl yürütme becerisi, bilgi teknolojilerini kullanma becerisi, ilişkilendirme becerisi gibi becerilere katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.)
Ölçme ve Değerlendirme	Bu öğrenme çıktısına ilişkin ölçme ve değerlendirme quiz ve vize sınavında yapılabilir. Bilgi ve kavrama düzeyini ölçmeye yönelik birkaç soru quiz ve vize sınavında sorulur. Dersin başlangıcında dördüncü ve beşinci hafta konusunu kapsayan birkaç açık uçlu sorudan oluşan quiz sınavı yapılabilir. Değerlendirme yapılırken web 2.0 araçlarından faydalanılabilir.

6.Hafta

Öğrenme Çıktısı	Matematiksel modellemeye yönelik zorlukları bilir ve çözüm önerilerini açıklar.
Alt Hedefler	1. İlkokul düzeyinde matematiksel modelleme öğretiminde karşılaşılan zorlukları ve çözüm önerilerini bilir. 2. Ortaokul düzeyinde matematiksel modelleme öğretiminde karşılaşılan zorlukları ve çözüm önerilerini bilir. 3. Lise düzeyinde matematiksel modelleme öğretiminde karşılaşılan zorlukları ve çözüm önerilerini bilir.
Yöntem (Öğrenme-Öğretme Süreci)	Giriş: Motivasyon: Öğrencilere daha önceki derslerde veya kendi deneyimlerinden bildikleri bir modelleme örneğini hatırlatarak, bu süreçte karşılaştıkları zorlukları paylaşımlarını istemek. Ön bilgilerin yenilenmesi: Önceki derslerde öğrenilen model, matematiksel model, modelleme ve STEM ile ilişkisi konularını kısaca tekrar etmek. Matematiksel modellemedeki zorluklar: Problem tanımlama: Problemin tam olarak anlaşılması, gereksiz bilgilerin dahil edilmesi gibi zorlukları örneklerle açıklamak. Veri toplama: Verilerin eksik veya hatalı olması, verilerin uygun şekilde analiz edilememesi gibi zorlukları örneklerle açıklamak. Model oluşturma: Uygun matematiksel araçların seçilememesi, modelin karmaşıklığı nedeniyle çözülememesi gibi zorlukları örneklerle açıklamak. Modelin doğrulanması: Modelin gerçek dünyadaki verilerle uyuşmaması, modelin sınırlamalarının belirlenmesi gibi zorlukları örneklerle açıklamak. Zorlukların nedenleri:

Bilgi eksikliği: Matematiksel bilgi, alan bilgisi veya bilgisayar yazılımları konusunda eksiklikler olması.

Deneyimsizlik: Modelleme sürecinde yeterli deneyime sahip olmamak.

Karmaşıklık: Problemlerin karmaşıklığı ve modelin karmaşıklığı nedeniyle zorlanmak.

Zaman kısıtlılığı: Verilen süre içerisinde modelleme sürecini tamamlayamamak.

İlkokul düzeyinde matematiksel modelleme öğretiminde karşılaşılan zorlukları ve çözüm önerilerini, ortaokul düzeyinde matematiksel modelleme öğretiminde karşılaşılan zorlukları ve çözüm önerilerini ile lise düzeyinde matematiksel modelleme öğretiminde karşılaşılan zorlukları ve çözüm önerileri:

Eğitim: Matematiksel modelleme yöntemleri, alan bilgisi ve bilgisayar yazılımları konusunda eğitimler almak.

İş birliği: Diğer uzmanlarla (matematikçiler, mühendisler, bilim insanları) iş birliği yapmak.

Basitleştirme: Problemi daha basit alt problemlere bölerek çözmek.

Simülasyon: Modelin farklı senaryolar altında test edilmesi için simülasyon araçları kullanmak.

Hassasiyet analizi: Modelin farklı parametrelere duyarlılığını analiz etmek.

Süre	2 ders saati
Araç-Gereçler	Bilgisayar, projeksiyon makinesi, etkileşimli tahta, internet bağlantısı, beyaz tahta
Etkinlikler	Üretim ve ihracat – okulda zaman problemi (Tahmin becerisi, araştırma inceleme becerisi, akıl yürütme becerisi, rol oynama

becerisi, duyuşsal beceriler, karar verme becerisi, ilişkilendirme becerisi gibi becerilere katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.)

Ölçme ve
Değerlendirme

Bu öğrenme çıktısına ilişkin ölçme ve değerlendirme quiz ve vize sınavında yapılabilir. Bilgi ve kavrama düzeyini ölçmeye yönelik birkaç soru quiz ve vize sınavında sorulur.

Dersin başlangıcında beşinci ve altıncı hafta konusunu kapsayan birkaç açık uçlu sorudan oluşan quiz sınavı yapılabilir. Değerlendirme yapılırken web 2.0 araçlarından faydalanılabilir.

7.Hafta

Öğrenme Çıktısı	Matematiksel modelleme ve problem çözme ilişkisini kavrar.
Alt Hedefler	1. Problem çözme basamaklarını bilir. 2. Matematikse modelleme ve problem çözme ilişkisini ilişkilendirir.
Yöntem	Giriş: Motivasyon: Öğrencilere günlük hayattan bir problem örneği vererek (örneğin, bir şehrin trafik yoğunluğunu azaltmak için bir model oluşturma) konuya giriş yapmak. Ön bilgilerin yenilenmesi: Önceki derslerde öğrenilen model, matematiksel model, modelleme ve problem çözme adımları kavramlarını kısaca tekrar etmek. Problem Çözme Süreci: Adımlar: Genel bir problem çözme sürecinin adımlarını (problemi anlama, çözüm stratejileri geliştirme, çözümü uygulama, çözümü değerlendirme) hatırlatmak. Matematiksel modellemenin rolü: Problem çözme sürecinde matematiksel modellemenin hangi aşamada ve nasıl kullanıldığını vurgulamak (özellikle problem anlama ve çözüm stratejileri geliştirme aşamalarında). Matematiksel modelleme ve problem çözme arasındaki ilişki: Benzerlikler: Soyutlama: Her iki süreçte de gerçek dünyadaki karmaşık durumların basitleştirilmiş modellerine dönüştürülmesi. Analiz: Hem problem çözmede hem de modellemede verilerin analiz edilmesi ve yorumlanması. Sentez: Farklı parçaları bir araya getirerek yeni bir bütün oluşturma.

Farklılıklar:

Odak noktası: Problem çözme daha genel bir süreçken, matematiksel modelleme bu sürecin belirli bir aşamasına odaklanır.

Araçlar: Matematiksel modelleme, problem çözme için özel bir araçtır.

Örneklerle açıklama: Farklı alanlardan örneklerle (fizikte hareket denklemleri, ekonomide arz-talep modelleri) bu ilişkiyi daha somut hale getirmek.

Öğrenci etkinliği:

Grup çalışması: Öğrencileri küçük gruplara ayırarak, verilen bir problem durumunu önce geleneksel problem çözme yöntemleriyle, sonra da matematiksel modelleme kullanarak çözmelerini istemek.

Öğretmen notları:

- Ders boyunca görsel materyaller (grafikler, diyagramlar, animasyonlar) kullanarak öğrencilerin ilgisini çekmek önemlidir.
- Farklı öğrenme stillerine hitap etmek için çeşitli etkinlikler (grup çalışmaları, tartışmalar, bireysel çalışmalar) düzenlenmelidir.
- Güncel örnekler ve gerçek hayat problemleri üzerinden modelleme sürecinin problem çözmedeki rolünü göstermek öğrencilerin motivasyonunu artıracaktır.

Süre	1 ders saati
Araç-Gereçler	Bilgisayar, projeksiyon makinesi, etkileşimli tahta
Etkinlikler	Dizel araç mı benzinli araç mı? (tahmin becerisi, araştırma inceleme becerisi, akıl yürütme becerisi, rol oynama becerisi, duyuşsal beceriler, esneklik ve uyum becerisi, ilişkilendirme becerisi gibi becerilere katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.)

Ölçme ve Değerlendirme	Bu öğrenme çıktısına ilişkin ölçme ve değerlendirme quiz ve vize sınavında yapılabilir. Bilgi ve kavrama düzeyini ölçmeye yönelik birkaç soru quiz ve vize sınavında sorulur. Dersin başlangıcında altıncı ve yedinci hafta konusunu kapsayan birkaç açık uçlu sorudan oluşan quiz sınavı yapılabilir. Değerlendirme yapılırken web 2.0 araçlarından faydalanılabilir.
------------------------	--

7.Hafta(devam)

Öğrenme Çıktısı	Öğrencilerin modelleme problemlerine ilişkin çözümleri ile modelleme beceri ve yeterliklerini değerlendirebilir.
Alt Hedefler	1. Öğrencilerin modelleme problemlerine ilişkin çözümlerini değerlendirebilir. 2. Öğrencilerin modelleme beceri ve yeterliklerini değerlendirebilir.
Yöntem (Öğrenme-Öğretme Süreci)	Giriş: Motivasyon: Öğrencilere daha önce yaptıkları bir modelleme projesini hatırlatarak, bu projede neleri öğrendiklerini ve hangi zorluklarla karşılaştıklarını sormak. Ön bilgilerin yenilenmesi: Modelleme sürecinin aşamaları, modellemede kullanılan matematiksel kavramlar ve problem çözme stratejileri gibi konuları kısaca tekrar etmek. Neden değerlendirme?: Öğrenci gelişimi: Değerlendirmenin öğrencilerin güçlü ve zayıf yönlerini belirleyerek onların gelişimini takip etmede önemli olduğunu vurgulamak. Öğretim süreci: Değerlendirme sonuçlarının öğretim sürecinin iyileştirilmesinde nasıl kullanılabileceğini açıklamak.

Geri bildirim: Değerlendirmenin öğrencilere yapıcı geri bildirim vermede nasıl kullanılabileceğini göstermek.

Değerlendirme yöntemleri:

Çalışma yaprakları: Modelleme sürecinin her adımını değerlendirecek şekilde tasarlanmış çalışma yapraklarını örneklemek.

Sunumlar: Öğrencilerin hazırladıkları modelleri sunarken dikkat edilmesi gereken noktaları (netlik, anlaşılabilirlik, yaratıcılık) vurgulamak.

Portfolyolar: Öğrencilerin zaman içindeki gelişimlerini gösteren portfolyoların nasıl oluşturulacağını açıklamak.

Bireysel Görüşmeler: Öğrencilerle birebir görüşerek düşüncelerini ve çözüm süreçlerini daha derinlemesine anlamanın önemini vurgulamak.

Rubrikler: Değerlendirme kriterlerini açıkça belirten rubriklerin nasıl oluşturulacağını ve kullanılacağını göstermek.

Değerlendirme Kriterleri:

Problem anlama: Problemi doğru anlama, önemli bilgileri belirleme

Model oluşturma: Uygun matematiksel model seçimi, modelin karmaşıklığı, modelin gerçekliğe uygunluğu

Çözüm süreci: Matematiksel işlemlerin doğruluğu, çözüm adımlarının mantıklı olması

Sonuçların yorumlanması: Sonuçların modelle ilgili anlamları, sonuçların gerçek dünya ile ilişkisi

İletişim: Çözümün açık ve anlaşılır bir şekilde ifade edilmesi, matematiksel dilin doğru kullanımı

Yaratıcılık: Farklı çözüm yolları önerme, özgün düşünce

Öğrenci etkinliği:

Grup çalışması: Öğrencileri küçük gruplara ayırarak, verilen bir modelleme örneğinin çözümünü değerlendirmek için bir rubrik oluşturmalarını istemek.

Bireysel değerlendirme: Öğrencilerden kendi bir önceki modelleme çalışmalarını değerlendirmeleri için bir çalışma yaprağı doldurmalarını istemek.

Süre	1 ders saati
Araç-Gereçler	Bilgisayar, projeksiyon makinesi, etkileşimli tahta, değerlendirme rubrikleri, portfolyo örnekleri
Etkinlikler	Dizel araç mı benzinli araç mı? (tahmin becerisi, araştırma inceleme becerisi, akıl yürütme becerisi, rol oynama becerisi, duyuşsal beceriler, esneklik ve uyum becerisi, ilişkilendirme becerisi gibi becerilere katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.)
Ölçme ve Değerlendirme	Bu öğrenme çıktısına ilişkin ölçme ve değerlendirme quiz ve vize sınavında yapılabilir. Bilgi ve kavrama düzeyini ölçmeye yönelik birkaç soru quiz ve vize sınavında sorulur. Dersin başlangıcında altıncı ve yedinci hafta konusunu kapsayan birkaç açık uçlu sorudan oluşan quiz sınavı yapılabilir. Değerlendirme yapılırken web 2.0 araçlarından faydalanılabilir.

8.Hafta

Öğrenme Çıktısı	Matematiksel modellemenin sınıf içi uygulamalarını bilir.
Alt Hedefler	1. İlkokul düzeyinde matematiksel modelleme uygulamalarını bilir. 2. Ortaokul düzeyinde matematiksel modelleme uygulamalarını bilir. 3. Lise düzeyinde matematiksel modelleme uygulamalarını bilir.
Yöntem (Öğrenme-Öğretme Süreci)	Giriş: Motivasyon: Matematiksel modellemenin günlük hayattaki önemini ve öğrencilerin matematiğe karşı ilgi ve motivasyonunu artırmada nasıl kullanılabileceğini örneklerle açıklamak. Ön bilgilerin yenilenmesi: Matematiksel modellemenin tanımı, önemi ve temel aşamaları hakkında kısa bir tekrar yapmak. Matematiksel Modellemenin Sınıf İçi Uygulamalarının Önemi: Öğrenci merkezli öğrenme: Matematiksel modellemenin öğrencilerin aktif katılımını teşvik ettiğini ve onların kendi öğrenme süreçlerinin sorumluluğunu almalarını sağladığını vurgulamak. Problem çözme becerileri: Modellemenin problem çözme, kritik düşünme ve yaratıcılık gibi yüksek düzeyde düşünme becerilerinin gelişimine katkı sağladığını belirtmek. Matematiğin gerçek hayatla ilişkisi: Modellemenin matematiğin soyut kavramlarını somutlaştırmaya ve öğrencilerin matematiği günlük hayatta kullanabileceklerini anlamalarına yardımcı olduğunu vurgulamak. Farklı yaş grupları ve ders seviyeleri için modelleme etkinlikleri: İlkokul: Basit günlük hayat problemlerini modelleme etkinlikleriyle ilişkilendirmek.

Ortaokul: Daha karmaşık problemleri modellemek için grafikler, tablolar ve basit denklemler kullanmak.

Lise: Gerçek dünya problemlerini modellemek için daha gelişmiş matematiksel araçlar (türev, integral, diferansiyel denklemler) kullanmak.

Modelleme sürecinde karşılaşılan zorluklar ve çözüm önerileri:
Öğrenci güçlükleri: Öğrencilerin modelleme sürecinde karşılaşılabilecekleri zorlukları (örneğin, problem anlama, uygun matematiksel model seçimi, sonuçların yorumlanması) ve bu zorlukların nasıl aşılabileceğini tartışmak.

Öğretmen rolü: Öğretmenlerin modelleme sürecinde öğrencilere nasıl rehberlik edebileceklerini, soruları nasıl yönlendirebileceklerini ve öğrencilerin motivasyonlarını nasıl artıracabileceklerini açıklamak.

Öğrenci etkinliği:

Grup çalışması: Öğrencileri küçük gruplara ayırarak, belirli bir yaş grubu veya ders seviyesi için bir modelleme etkinliği tasarlatmak. Grupların tasarladıkları etkinlikleri sınıf ortamında sunmaları ve diğer öğrencilerin geri bildirimlerini almaları sağlanabilir.

Süre	2 ders saati
Araç-Gereçler	Bilgisayar, projeksiyon makinesi, etkileşimli tahta, öğrenciler için çalışma kağıtları, farklı yaş grupları ve ders seviyeleri için uygun modelleme örnekleri
Etkinlikler	Engelli rampası problemi – halat çekme yarışması - Mersin balığı problemi (Girişimcilik becerisi, araştırma inceleme becerisi, akıl yürütme becerisi, üretkenlik ve hesap verebilirlik becerisi, iletişim becerisi, duyuşsal beceriler, psiko motor beceriler, esneklik ve uyum becerisi, ilişkilendirme becerisi gibi becerilere katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.)

Ölçme ve Değerlendirme	Bu öğrenme çıktısına ilişkin ölçme ve değerlendirme quiz ve final sınavında yapılabilir. Bilgi ve kavrama düzeyini ölçmeye yönelik birkaç soru quiz ve final sınavında sorulur. Dersin başlangıcında yedinci ve sekizinci hafta konusunu kapsayan birkaç açık uçlu sorudan oluşan quiz sınavı yapılabilir. Değerlendirme yapılırken web 2.0 araçlarından faydalanılabilir.
------------------------	--

9.Hafta

Öğrenme Çıktısı	Matematiksel modelleme beceri ve yeterliklerini bilir.
Alt Hedefler	1. Matematiksel modelleme beceri ve yeterliklerini bilir. 2. Öğrencilerin modelleme beceri ve yeterliklerini değerlendirebilir.
Yöntem (Öğrenme-Öğretme Süreci)	Giriş: Motivasyon: Matematiksel modellemenin günlük hayattaki önemini ve öğrencilerin matematiğe karşı ilgi ve motivasyonunu artırmada nasıl kullanılabileceğini örneklerle açıklamak. Ön bilgilerin yenilenmesi: Matematiksel modellemenin tanımı, önemi ve temel aşamaları hakkında kısa bir tekrar yapmak. Matematiksel modelleme becerileri: Tanım: Matematiksel modellemenin, gerçek dünya problemlerini matematiksel dil ve araçlar kullanarak ifade etme ve çözme süreci olduğunu belirtmek. Önemli beceriler: Problem anlama: Problemi doğru tanımlama, önemli bilgileri belirleme Model oluşturma: Uygun matematiksel model seçimi, modelin karmaşıklığı, modelin gerçekliğe uygunluğu Çözüm süreci: Matematiksel işlemlerin doğruluğu, çözüm adımlarının mantıklı olması Sonuçların yorumlanması: Sonuçların modelle ilgili anlamları, sonuçların gerçek dünya ile ilişkisi İletişim: Çözümün açık ve anlaşılır bir şekilde ifade edilmesi, matematiksel dilin doğru kullanımı Yaratıcılık: Farklı çözüm yolları önerme, özgün düşünce

Kritik düşünme: Modelin sınırlamalarını belirleme, modelin geçerliliğini değerlendirme

Farklı yaş gruplarında modelleme becerileri:

İlkokul: Basit desenleri tanıma, verileri tablo veya grafiklerle gösterme, basit ölçümler yapma gibi becerilere vurgu yapmak.

Ortaokul: Daha karmaşık ilişkileri modelleme, değişkenleri tanımlama, basit denklemler kurma gibi becerilere vurgu yapmak.

Lise: Karmaşık sistemleri modelleme, diferansiyel denklemler kullanma, simülasyonlar yapma gibi becerilere vurgu yapmak.

Modelleme becerilerinin değerlendirilmesi:

Değerlendirme yöntemleri:

Çalışma yaprakları: Modelleme sürecinin her adımını değerlendirecek şekilde tasarlanmış çalışma yaprakları

Sunumlar: Öğrencilerin hazırladıkları modelleri sunarken dikkat edilmesi gereken noktalar

Portfolyolar: Öğrencilerin zaman içindeki gelişimlerini gösteren portfolyolar

Bireysel görüşmeler: Öğrencilerle birebir görüşerek düşüncelerini ve çözüm süreçlerini daha derinlemesine anlama

Rubrikler: Değerlendirme kriterlerini açıkça belirten rubrikler

Değerlendirme kriterleri: Yukarıda belirtilen becerilere göre öğrencilerin performanslarını değerlendirmek için kullanılacak kriterleri örneklendirmek.

Öğrenci etkinliği:

Grup çalışması: Öğrencileri küçük gruplara ayırarak, belirli bir yaş grubu için bir modelleme etkinliği tasarlayıp, bu etkinlik için bir değerlendirme rubriği oluşturmalarını istemek.

Süre	2 ders saati
Araç-Gereçler	Bilgisayar, projeksiyon makinesi, etkileşimli tahta, farklı yaş grupları ve ders seviyeleri için uygun modelleme örnekleri, değerlendirme rubrikleri, portfolyo örnekleri
Etkinlikler	Kağıttan uçak yapma problemi – sıfır kağıt atık problemi (Yaratıcılık becerisi, araştırma inceleme becerisi, akıl yürütme becerisi, üretkenlik ve hesap verebilirlik becerisi, duyuşsal beceriler, psiko motor beceriler, esneklik ve uyum becerisi, sosyal ve kültürel beceriler gibi becerilere katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.)
Ölçme ve Değerlendirme	Bu öğrenme çıktısına ilişkin ölçme ve değerlendirme quiz ve final sınavında yapılabilir. Bilgi ve kavrama düzeyini ölçmeye yönelik birkaç soru quiz ve final sınavında sorulabilir. Dersin başlangıcında sekizinci ve dokuzuncu hafta konusunu kapsayan birkaç açık uçlu sorudan oluşan quiz sınavı yapılabilir. Değerlendirme yapılırken web 2.0 araçlarından faydalanılabilir.

10.Hafta

Öğrenme Çıktısı	Matematiksel modellemeye yönelik etkinlik ve problem durumlarını çözer.
Alt Hedefler	1. Problemi daha küçük parçalara ayırabilir. 2. Benzer problemlerle ilişki kurabilir. 3. Problemi başka şekilde ifade edip inceleyebilir. 4. Nicelikleri veya uygun verileri çeşitlendirebilir. 5. Problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanabilir.
Yöntem (Öğrenme-Öğretme Süreci)	Giriş: Motivasyon: Matematiksel modellemenin günlük hayattaki önemini ve öğrencilerin matematiğe karşı ilgi ve motivasyonunu artırmada nasıl kullanılabileceğini örneklerle açıklamak. Ön bilgilerin yenilenmesi: Matematiksel modellemenin tanımı, önemi ve temel aşamaları hakkında kısa bir tekrar yapmak. Belirlenen modelleme etkinliklerinin aşağıdaki durumlar göz önüne alınarak çözülür. Öğrenci seviyesine uygunluk: Öğrencilerin ön bilgilerine ve gelişim düzeylerine uygun problemler seçmek. Gerçek hayata bağlantı: Öğrencilerin ilgisini çekecek ve günlük hayattan örnekler içeren problemler kullanmak. Açık uçluluk: Öğrencilerin farklı çözüm yolları üretebilmelerine olanak tanımak. Öğrenci güçlükleri: Öğrencilerin modelleme sürecinde karşılaşılabilecekleri zorlukları (örneğin, problem anlama, uygun matematiksel model seçimi, sonuçların yorumlanması) ve bu zorlukların nasıl aşılabileceğini tartışmak. Öğretmen rolü: Öğretmenlerin modelleme sürecinde öğrencilere nasıl rehberlik edebileceklerini, soruları nasıl

yönlendirebileceklerini ve öğrencilerin motivasyonlarını nasıl artırabileceklerini açıklamak.

Süre	2 ders saati
Araç-Gereçler	Bilgisayar, projeksiyon makinesi, etkileşimli tahta, etkinlik örnekleri
Etkinlikler	Antik çağ kalıntıları - kantin ihalesi problemi - uzun atlama problemi (Girişimcilik becerisi, araştırma inceleme becerisi, akıl yürütme becerisi, üretkenlik ve hesap verebilirlik becerisi, duyuşsal beceriler, psiko motor beceriler, esneklik ve uyum becerisi, sosyal ve kültürel beceriler gibi becerilere katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.)
Ölçme ve Değerlendirme	Öğrencilere matematiksel modelleme ile ilgili araştırma derleme ödevi verilebilir.

11.Hafta

Öğrenme Çıktısı	Matematiksel modellemeye yönelik etkinlik ve problem durumlarını çözer.
Alt Hedefler	6. Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlayabilir. 7. Özel bir durum için geliştirilmiş olan çözümleri genelleylebilir. 8. Uygun bir matematiksel dil kullanarak çözümleri sunabilir.
Yöntem (Öğrenme-Öğretme Süreci)	Giriş: Motivasyon: Matematiksel modellemenin günlük hayattaki önemini ve öğrencilerin matematiğe karşı ilgi ve motivasyonunu artırmada nasıl kullanılabileceğini örneklerle açıklamak. Ön bilgilerin yenilenmesi: Matematiksel modellemenin tanımı, önemi ve temel aşamaları hakkında kısa bir tekrar yapmak. Belirlenen modelleme etkinliklerinin aşağıdaki durumlar göz önüne alınarak çözülür. Öğrenci seviyesine uygunluk: Öğrencilerin ön bilgilerine ve gelişim düzeylerine uygun problemler seçmek. Gerçek hayata bağlantı: Öğrencilerin ilgisini çekecek ve günlük hayattan örnekler içeren problemler kullanmak. Açık uçluluk: Öğrencilerin farklı çözüm yolları üretebilmelerine olanak tanımak. Öğrenci güçlükleri: Öğrencilerin modelleme sürecinde karşılaşılabilecekleri zorlukları (örneğin, problem anlama, uygun matematiksel model seçimi, sonuçların yorumlanması) ve bu zorlukların nasıl aşılabileceğini tartışmak. Öğretmen rolü: Öğretmenlerin modelleme sürecinde öğrencilere nasıl rehberlik edebileceklerini, soruları nasıl

yönlendirebileceklerini ve öğrencilerin motivasyonlarını nasıl artırabileceklerini açıklamak.

Süre	2 ders saati
Araç-Gereçler	Bilgisayar, projeksiyon makinesi, etkileşimli tahta, etkinlik örnekleri
Etkinlikler	Trafik lambası problemi - buluşma zamanı - zeytin yetiştiriciliği (Tahmin becerisi, araştırma inceleme becerisi, akıl yürütme becerisi, üretkenlik ve hesap verebilirlik becerisi, duyuşsal beceriler, araştırma inceleme becerisi, sosyal ve kültürel beceriler, ilişkilendirme becerisi gibi becerilere katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.)
Ölçme ve Değerlendirme	Öğrencilere matematiksel modelleme ile ilgili araştırma derleme ödevi verilebilir.

12.Hafta

Öğrenme Çıktısı	Matematiksel modellemeye yönelik etkinlik ve problem durumlarını çözer.
Alt Hedefler	1. Problemi daha küçük parçalara ayırabilir. 2. Benzer problemlerle ilişki kurabilir. 3. Problemi başka şekilde ifade edip inceleyebilir. 4. Nicelikleri veya uygun verileri çeşitlendirebilir. 5. Problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanabilir. 6. Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlayabilir. 7. Özel bir durum için geliştirilmiş olan çözümleri genelleleyebilir. 8. Uygun bir matematiksel dil kullanarak çözümleri sunabilir.
Yöntem (Öğrenme- Öğretme Süreci)	Giriş: Motivasyon: Matematiksel modellemenin günlük hayattaki önemini ve öğrencilerin matematiğe karşı ilgi ve motivasyonunu artırmada nasıl kullanılabileceğini örneklerle açıklamak. Ön bilgilerin yenilenmesi: Matematiksel modellemenin tanımı, önemi ve temel aşamaları hakkında kısa bir tekrar yapmak. Belirlenen modelleme etkinliklerinin aşağıdaki durumlar göz önüne alınarak çözülür. Öğrenci seviyesine uygunluk: Öğrencilerin ön bilgilerine ve gelişim düzeylerine uygun problemler seçmek. Gerçek hayata bağlantı: Öğrencilerin ilgisini çekecek ve günlük hayattan örnekler içeren problemler kullanmak. Açık uçluluk: Öğrencilerin farklı çözüm yolları üretebilmelerine olanak tanımak. Öğrenci güçlükleri: Öğrencilerin modelleme sürecinde karşılaşılabilecekleri zorlukları (örneğin, problem anlama, uygun matematiksel model seçimi, sonuçların yorumlanması) ve bu zorlukların nasıl aşılabileceğini tartışmak.

Öğretmen rolü: Öğretmenlerin modelleme sürecinde öğrencilere nasıl rehberlik edebileceklerini, soruları nasıl yönlendirebileceklerini ve öğrencilerin motivasyonlarını nasıl artırabileceklerini açıklamak.

Süre	2 ders saati
Araç-Gereçler	Bilgisayar, projeksiyon makinesi, etkileşimli tahta, etkinlik örnekleri
Etkinlikler	Müzik kursu etkinliği - tarımsal sulama problemi (Tahmin becerisi, araştırma inceleme becerisi, akıl yürütme becerisi, güven ve öz yönetim becerisi, duyuşsal beceriler, araştırma inceleme becerisi, sosyal ve kültürel beceriler, psiko-motor beceriler gibi becerilere katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.)
Ölçme ve Değerlendirme	Öğrencilere matematiksel modelleme ile ilgili araştırma derleme ödevi verilebilir.

13.Hafta

Öğrenme Çıktısı	Matematik öğretiminde kullanılabilecek modelleme soruları tasarlayıp gerçek sınıf ortamında uygulayabilir.
Alt Hedefler	1. Problem için varsayımlarda bulunur, durumu sadeleştirir ve durumu etkileyen nicelikleri belirler. 2. İlgili nicelikler arasındaki ilişkileri tanımlar, bu ilişkileri matematiksel olarak ifade eder ve sadeleştirir. 3. Problemi çözmek için uygun bilgiyi seçer ve gereksiz bilgileri ayırt eder. 4. Uygun matematiksel gösterimleri seçer ve sonuçları grafiksel olarak sunar. 5. Bulunan çözümleri eleştirel olarak inceler, gerektiğinde modeli veya modelleme sürecini yeniden gözden geçirir.
Yöntem	Anlatım, soru-cevap, örneklendirme, tartışma, iş birlikli öğrenme, proje çalışmaları, problem çözme
Süre	2 ders saati
Araç-Gereçler	Bilgisayar, projeksiyon makinesi, etkileşimli tahta
Etkinlikler	Öğrencilerin hazırlamış oldukları modelleme etkinlikler ve çözümleri
Ölçme ve Değerlendirme	Bu öğrenme çıktısına ilişkin ölçme ve değerlendirme verilen grup proje ödevinin değerlendirilmesi şeklinde olacaktır. Değerlendirme dersin hocası ve sınıftan seçilen üç öğrencinin akran değerlendirmesi şeklinde yapılabilir. Ayrıca öğrencilerin öz değerlendirme yapmaları istenebilir.

14.Hafta

Öğrenme Çıktısı	Matematik öğretiminde kullanılabilecek modelleme soruları tasarlayıp gerçek sınıf ortamında uygulayabilir.
Alt Hedefler	1. Problem için varsayımlarda bulunur, durumu sadeleştirir ve durumu etkileyen nicelikleri belirler. 2. İlgili nicelikler arasındaki ilişkileri tanımlar, bu ilişkileri matematiksel olarak ifade eder ve sadeleştirir. 3. Problemi çözmek için uygun bilgiyi seçer ve gereksiz bilgileri ayırt eder. 4. Uygun matematiksel gösterimleri seçer ve sonuçları grafiksel olarak sunar. 5. Bulunan çözümleri eleştirel olarak inceler, gerektiğinde modeli veya modelleme sürecini yeniden gözden geçirir.
Yöntem	Anlatım, soru-cevap, örneklendirme, tartışma, iş birlikli öğrenme, proje çalışmaları, problem çözme
Süre	2 ders saati
Araç-Gereçler	Bilgisayar, projeksiyon makinesi, etkileşimli tahta
Etkinlikler	Öğrencilerin hazırlamış oldukları modelleme etkinlikleri ve çözümleri
Ölçme ve Değerlendirme	Bu öğrenme çıktısına ilişkin ölçme ve değerlendirme verilen grup proje ödevinin değerlendirilmesi şeklinde olacaktır. Değerlendirme dersin hocası ve sınıftan seçilen üç öğrencinin akran değerlendirmesi şeklinde yapılabilir. Ayrıca öğrencilerin öz değerlendirme yapmaları istenebilir.

KAYNAKÇA

- Akay, M., & Çiltaş, A. (2019). *Matematik öğretiminde STEM*. Ertual Akademi
- Asempapa, R. S. (2015). *Mathematical modeling: Essential for elementary and middle school students. Journal of Mathematics Education*, 8(1), 16-29.
- Baykul, Y. (2002). *İlköğretimde matematik öğretimi (6-8. Sınıflar İçin)*. Pegem Akademi.
- Blum, P. L. Galbraith, & M. Niss (Ed.). (2007). *Modelling and applications in mathematics education*. The 14th ICMI Study Springer.
- Blum, W. (2011). Can modelling be taught and learnt? Some answers from empirical research. *Trends in teaching and learning of mathematical modelling: ICTMA14*, 15-30.
- Bukova-Güzel, E., Doğan M.F., & Özturan-Çelik, A. (2021). *Matematiksel modelleme: Teoriden uygulamaya bütünsel bir bakış*. Pegem Akademi.
- Canatan, K. (2018). *Eğitim felsefesi*. Beyan Yayınları
- Çocuk, H. E., & Soysal, T. (Ed.). (2021). *21. Yüzyıl becerileri ve Türkçe eğitimi*. Nobel Akademi Yayıncılık.
- Demirel, Ö. (2012). *Eğitimde program geliştirme*. Pegem Akademi.
- Diefes-Dux, H. A., Zawojewski, J. S., Hjalmarson, M. A., & Cardella, M. E. (2012). A framework for analyzing feedback in a formative assessment system for mathematical modeling problems. *Journal of Engineering Education*, 101(2), 375-406.
- Erbaş, K. ve diğ. (2016). *Lise matematik konuları için günlük hayattan modelleme soruları*. TÜBA Yayıncılık
- Ertürk, S. (2013). *Eğitimde “program” geliştirme* (6. baskı). Edge Akademi Yayınları.
- Gürbüz, R., & Doğan, M. F. (Ed.). (2019). *Matematiksel modellemeye disiplinlerarası bakış: Bir STEM yaklaşımı*. Pegem Akademi
- Karabacak, E., Turan, M., Adam, S., Şahin, H. A., & Soylu, R. (2024). Eğitimde ölçme ve değerlendirme: Alternatif yaklaşımlar. *International QMX Journal*, 3(3), 1364-1375.
- Karacaoğlu, Ö.C., (2011). *Eğitimde program geliştirme*. İhtiyaç yayıncılık.

- Karataş, K. (Ed.). (2021). *Eğitim ve 21. yüzyıl becerileri*. Nobel Akademi Yayıncılık.
- Lesh, R., & Doerr, H. M. (2003). *Beyond constructivism, models and model (english)ing perspectives on mathematics problem solving. learning, and teaching* Lawrence Erlbaum Associates, 2003 ISBN 0-8058-3821-X (cloth) ISBN 0-8058-3822-8 (pbk) text, references, author index, subject index A Source Book for Teachers and Teacher Education, 12-597.
- Lingefjård, T. (2006). Faces of mathematical modeling. *ZDM*, 38, 96-112.
- MaaB, K. (2006). Modelling in classrooms: What do we want the students to learn. *Mathematical Modelling (ICTMA 12): Engineering and Economy*. Ellis Horwood.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2017). *Ortaokul ve lise matematik dersi öğretim programı*.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2018). *İlkokul matematik (1-4. Sınıflar) dersi öğretim programı*. MEB Yayınları.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2024). *Ortaokul matematik dersi öğretim programı (5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. MEB Yayınları.
- National Council of Teachers of Mathematics (2020). *Equitable Integration of Technology for Mathematics Learning*. NCTM Publications.
- Niss, M. (1988). Theme Group 3: Problem solving, modeling, and applications. In A. Hirst, and K. Hirst (Eds.), *Proceedings of The Sixth International Congress on Mathematical Education* (pp. 237-252). Budapest, Hungary: János Bolyai Mathematical Society.
- Nelsen, R. B. (1993). *Proofs without words: Exercises in visual thinking*.
- Ormancı, Ü., & Çepni, S. (Ed.). (2021). *Kuramdan uygulamaya 21. yüzyıl becerileri ve öğretimi*. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Schukajlow, S., Kaiser, G., & Stillman, G. (2018). Empirical research on teaching and learning of mathematical modelling: A survey on the current state-of-the-art. *ZDM*, 50, 5-18.
- Şengül, S., Elmalı, E. N., & Çorbacı, Z. (2021). İlköğretim matematik dersi öğretim programlarının 21. yüzyıl becerileri açısından incelenmesi. *Pearson Journal*, 6(16), 332-353.
- Sönmez, V., (2012). *Program geliştirmede öğretmen el kitabı* (18. Baskı). Anı Yayıncılık.
- Ural, A. (2018). *Matematiksel modelleme eğitimi*. Anı Yayıncılık.

- Tezci, E. (2021). *Eğitim felsefesi: Temeller, ekoller ve kavramlar*. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Turgut, M. F., & Baykul, Y. (2010). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme* (Vol. 2). Pegem Akademi.
- Yıldız, A. (2020). *Öğretmenler için matematiksel modelleme*. Vizetek Yayıncılık.
- Yorulmaz, A., Çekirdekçi, S., & Önal, H. (2021). İlkokul matematik dersi öğretim programının 21. yüzyıl becerilerine göre incelenmesi. *Yıldız Journal of Educational Research*, 6(2), 95-105.

EKLER**Ek 1. Model oluşturma etkinliklerinde öğrenci çözümlerini değerlendirme**

Boyut	Alt boyutlar	Açıklama	Puan
Matematiksel Model	Matematiksel model karmaşıklığı	Kullanılan yöntem problemin karmaşıklığını tam olarak ele almaktadır.	4
		Kullanılan yöntem problemin karmaşıklığını orta düzeyde ele alır veya bazı hatalar içerir.	3
		Kullanılan yöntem problemin karmaşıklığını zayıf düzeyde ele alır veya bazı hatalar içerir.	2
		Kullanılan yöntem problemin karmaşıklığını kapsamaktan uzaktır veya önemli hatalar içerir.	1
		Bir model geliştirme konusunda hiçbir ilerleme kaydedilmemiştir. Zayıf bir modele benzeyen bir şey bile ortaya konulmamıştır.	0
	Veri kullanımı	Kullanılan yöntem sonuçları ortaya koymak için sağlanan tüm verileri dikkate alır VEYA sağlanan bazı verilerin kullanılmamayı makul bir şekilde gerekçelendirir.	Doğru 4
			Yanlış 3
Tekrar Kullanılabilirlik	Hazırlanan matematiksel model ile ilgili yazılı geri dönütlerini burada belirtiniz:		
	Tekrar kullanılabilirlik geliştirilen yöntemin kullanıcı tarafından benzer yeni durumlarda kullanılabilmesi ile ilgilidir. Tekrar kullanılabilir bir yöntem şu özellikleri taşımalıdır: (i) kullanıcının kim olduğunu ve ihtiyaç duyacağı başarı ölçütlerinin ve sınırlılıklarının tanımlanması, (ii) yöntemin kapsayıcı bir tarifi ve (iii) yöntemin kullanımıyla ilgili varsayımları ve sınırlılıkların açıklanması.		
	Tekrar Kullanılabilirlik	Yöntem açıkça tekrar kullanılabilir.	4
		Yöntem tekrar kullanılabilir, ancak bazı parçalar eksik veya açıklanması gerekmektedir.	3
		Yöntem tekrar kullanılabilir değil, parçalarda birçok eksik nokta bulunuyor veya açıklanması gerekmektedir	2

Tekrar kullanılabilirlik ile ilgili yazılı geri dönütlerini burada belirtiniz:	
Değiştirilebilir olması	Bir yöntemin kullanıcı tarafından farklı bağlamlarda kullanmak üzere kolayca değiştirilebilir olmasıdır. Değiştirilebilir bir yöntem (i) yöntemin önemli aşamalarına yönelik kabul edilebilir gerekçelendirmeleri içermeli ve (ii) yöntemin her bir aşamasına özel varsayımların açıkça ifade edilmiş olması gerekmektedir.
	Yöntem açıkça değiştirilebilirdir. 4
	Yöntemin bazı aşamalarına yönelik mantıklı gerekçelendirmeler yapılmamış ve/veya bazı varsayımlar yok veya açıklama gerektiriyor. 3,5
	Yöntemin birçok aşamasına yönelik mantıklı gerekçelendirilmeler yapılmamış ve/veya varsayımlar yok veya açıklama gerektiriyor. 3
Değiştirilebilir olması ile ilgili yazılı geri dönütlerinizi burada belirtiniz:	
Paylaşılabilir olması	Yöntemin kullanıcılar tarafından uygulanabilir olması ve uygulandığında benzer sonuçların elde edilmesiyle ilgilidir.
	Yöntemin verilenler üzerinde uygulanması ile elde edilen bütün sonuçların istendiği şekilde sunulması 4
	Yöntemin verilenler üzerinde uygulanması ile elde edilen sonuçların sunulmuş, fakat halen sunulmamış sonuçlar var ya da yöntemde tutarlı olmayan sonuçlar mevcut 2
	Sonuçlar
	Sonuçlar mevcut değil ve dolayısıyla yöntem kullanacak olan kişi için asgari gereksinimleri karşılamıyor 1
	Eksik sonuçları belirtiniz. Eksik olan bir sonuç yoksa “bütün sonuçlar verilmiş” olarak not ediniz
Kullanıcı tarafından anlaşılır olması	Önerilen yöntem kullanacak olan hedef kitle tarafından nispeten anlaşılır ve tekrar edilebilir durumdadır. Bütün aşamalar açıkça ve detaylı bir şekilde raporlanmıştır. 4
	Önerilen yöntem kullanacak olan hedef kitle tarafından nispeten anlaşılır ve tekrar edilebilir durumdadır. Bazı aşamaları netleştirmek için 3

	sonuçlardan ve hesaplama örnekleri ile desteklenmesi gerekmektedir.	
	Yukarıda bahsedilen seviyeden düşük ve daha çok ayrıntılı açıklamaya ihtiyaç duyulmaktadır.	2
		Doğru
Konu dışı bilgi	Önerilen yöntemde (cevapta) konu ile ilgisi olmayan bilgi sunumu bulunmamaktadır.	4
		Yanlış
		3
Paylaşılır olması ile ilgili yazılı geri dönütlerinizi burada belirtiniz:		

*(Diefes-Dux ve ark., 2012, s. 405-406)

Ek 2. Akran Değerlendirme Formu

Akran Değerlendirme Formu					
Grup ismi:					
Grubun etkinlik ismi:					
Değerlendirilen grup üyesi:					
1: Çok kötü 2: Kötü 3: Orta 4: İyi 5: Çok iyi					
Etkinlik sürecine katılmak için gönüllü oldu	1	2	3	4	5
Etkinlik hazırlama sürecinde toplantılara düzenli olarak katıldı	1	2	3	4	5
Etkinlik toplantılarında söz aldı	1	2	3	4	5
Etkinliğin hazırlanmasına katkıda bulundu	1	2	3	4	5
Etkinlik hazırlama sürecinde sorumlulukları yerine getirdi	1	2	3	4	5
Grubun başarısı için çaba gösterdi	1	2	3	4	5
Grup arkadaşlarına saygılı davrandı	1	2	3	4	5
Grup arkadaşlarına yardım etti	1	2	3	4	5
...	1	2	3	4	5
...	1	2	3	4	5
...					

Ek 3. Öz Değerlendirme Formu

Etkinlik Adı:

Tarih: / /

Dolduracağınız bu formun amacı; sınıfta uyguladığınız modelleme etkinliği sunumuna ilişkin duygu ve düşüncelerinizi anlamaktır. Bu formun derslerdeki başarınız ya da sınıf geçme durumunuz ile herhangi bir ilgisi yoktur. Forma isminizi yazmak zorunda değilsiniz. Sizden, duygu ve düşüncelerinizi samimi olarak bu forma yansıtmanız beklenmektedir. Aşağıdaki listede okuduğunuz her bir ifadeye katılıyorsanız “Evet” seçeneğinin altına, kısmen katılıyorsanız “Kısmen” seçeneğinin altına, katılmıyorsanız “Hayır” seçeneğinin altına (X) işareti koyunuz.

	Evet	Kısmen	Hayır
Etkili bir giriş yaptım.			
Arkadaşlarımın görüşlerine önem verdim.			
Ses tonumu, beden dilimi, jest ve mimiklerimi etkin kullanabildim.			
Sunum organizasyonum yeterliydi.			
Öğrencilerin motivasyonunu sağladım.			
Zamanı etkin yönetebildim.			
...			
...			
...			

Ek 4. Model Oluşturma Prensipleri Değerlendirme Formu

Matematiksel model oluşturma prensipleri	İyi	Orta	Zayıf	Görüş ve öneriler
Özgünlük Prensiibi ✓ Etkinlik orijinal mi? Başka etkinliğe benzer mi?				
Gerçeklik prensibi ✓ Etkinlik gerçek hayat problemi olabilir mi? ✓ Öğrenciler, kendi bireysel bilgi ve tecrübelerinden yola çıkarak durumu anlamlandırmaya teşvik edilebilecekler mi? ✓ Öğrenci fikirleri ciddiye alınacak mı?				
Model Yapılandırma Prensiibi ✓ Etkinlik öğrencilerin bir model oluşturulması, değiştirilmesi, genişletilmesi veya düzeltilmesi için gerekli ihtiyacı açık bir şekilde fark etmelerini sağlıyor mu? ✓ Etkinlik yapısal olarak önemli bir sistemi yapılandırmayı, tanımlamayı, açıklamayı, tahmin etmeyi içeriyor mu? ✓ Önem yüzeysel seviyedeki bilgilerden ziyade altında yatan ilişkilere ve düzenlere odaklı mı?				
Öz Değerlendirme Prensiibi ✓ Kriter öğrencilerin alternatif cevapların yararlığını değerlendirebilmeleri için açık mıdır? ✓ Öğrencilerin verdikleri cevapların yeterince iyi olduğuna kendilerinin karar vermeleri mümkün olacak mı? ✓ Hangi amaçlar için sonuçlara gerek duyuluyor?				
Model Dokümantasyon Prensiibi ✓ Cevap öğrencilerin durum hakkında nasıl düşündüklerini açıkça ortaya çıkarmalarını gerektirecek mi? ✓ Ne tür sistemler (matematiksel nesneler, ilişkiler, denklemler, örüntüler) hakkında düşünüyorlar?				
Etkili Prototip Prensiibi ✓ Önemli bir model için ihtiyaç oluştururken bile durum mümkün olduğunca basit midir? ✓ Çözüm yapısal olarak benzer çeşitli durumları yorumlamak için kullanışlı bir prototip sağlayacak mı?				
Model Genelleme Prensiibi ✓ Oluşturulan kavramsal araç sadece belirli bir durum için mi geçerli, yoksa durumların daha geniş bir aralığında geçerli olmak için kolayca değiştirilebilir ve genişletilebilir mi?				

Ek 5. Ölçme ve Değerlendirme Araçları için Örnek Sorular

- Problem nedir? Tanımlayınız.
- Size göre matematiksel modelleme süreci nasıl olmalıdır?
- Matematiksel modelleme perspektifleri nelerdir? İsimlerini yazınız.
- Matematiksel model ile somut materyal arasındaki farkı açıklayınız.
- Matematiksel modelleme etkinliklerinde bulunması gereken prensipler nelerdir?
- Model, modelleme, matematiksel model ve matematiksel modelleme terimlerini açıklayınız. Size göre matematiksel modelleme süreci nasıl olmalıdır? Açıklayınız.
- *Pisagor teoreminin* ispatını ifade eden üç tane matematiksel model kurunuz.
- Matematiksel modelleme öğretimi için *beş* neden yazınız.
- Matematiksel modelleme süreci ile *problem çözme* sürecini karşılaştırınız.
- *PISA 2022* sonuçlarına göre her alanda olduğu gibi matematik alanında da ilk sırada yer alan *Singapur*'un matematik dersi öğretim programında matematiksel modellemeye ne düzeyde yer verdiği hakkında bilgi veriniz.
- *STEM* ve *matematiksel modellemeyi* karşılaştırınız.
- $1+3+5+\dots+2n-1=n^2$ ifadesini bir matematiksel model olarak ifade ediniz.
- *Aritmetik Ortalama* $\leq$ *Geometrik Ortalama* $\leq$ *Harmonik Ortalama* eşitsizliği bir matematiksel model çizerek ifade ediniz.
- $(a+b)^2+(a-b)^2=2(a^2+b^2)$ eşitliğini bir matematiksel model çizerek ifade ediniz.
- *Fermat Teoremi*: $f:[a,b] \rightarrow R$ fonksiyonunun bir $c \in (a,b)$ noktasında bir yerel maksimumu varsa ve f fonksiyonu türevlenebiliyorsa $f'(c)=0$ dir.

Bu teoremin ifadesine uygun olan matematiksel model çiziniz.

- $z = \tan \frac{\alpha}{2} \Rightarrow \cos \alpha = \frac{1-z^2}{1+z^2}$ eşitliğini bir matematiksel model kullanarak ispatlayınız.

- *Ortalama Değer Teoremi: $f:[a,b] \rightarrow \mathbb{R}$ fonksiyonu $[a,b]$ aralığında sürekli ve her $x \in (a,b)$ noktasında türevlenebilir olsun. Bu takdirde (a,b) aralığında $f'(x_0) = \frac{f(b) - f(a)}{b - a}$ olacak şekilde en az bir noktası vardır. Bu teoremin ifadesine uygun olan matematiksel model çiziniz*
- $(\tan \alpha + 1)^2 + (\cot \alpha + 1)^2 = (\sec \alpha + \csc \alpha)^2$ eşitliğini bir matematiksel model kullanarak ispatlayınız.
- Bir matematiksel modelleme problemi kurup, çözünüz.

Ek 6. Matematiksel Modelleme Etkinlikleri

Obezite Problemi

Sınıf seviyesi: Lise 11. sınıf

Öğrenme alanı: Toplam sembolü, oran orantı



8.sınıf öğrencisi Can'ın annesi ve babası özel bir şirkette çalışmaktadırlar. Sabahları işe erken gidip, akşamları işten eve geç dönmektedirler. Bu nedenle Can düzenli beslenme alışkanlığı edinememiştir; hazır ve yüksek kalorili besinlere yönelmiştir. Bunun sonucunda hızlı bir şekilde kilo almaya başlamıştır. 1,60 m boyundaki Can 82 kg ağırlığa ulaşmıştır. Bu sorunu fark eden annesi, Can'ı diyetisyene götürmüştür. Diyetisyen obezite tespiti için vücut kitle endeksi formülünü kullanarak bir hesaplama yapmıştır. Bu hesaplama kişinin ağırlığının, boyunun karesine bölümüyle yapılmaktadır. Can'ın vücut kitle endeksi **31,2** olup, bu durumu aşağıdaki tabloya göre değerlendirilmiştir.

18,5 kg/ m^2 'nin altında olanlar	Zayıf
18,5-24,9 kg/ m^2 arasında olanlar	Normal kilolu
25-29,9 kg/ m^2 arasında olanlar	Fazla kilolu
30-39,9 kg/ m^2 arasında olanlar	Obez (şişman)
40 kg/ m^2 'nin üzerinde olanlar	İleri derecede obez

Tabloya göre Can'ın obez grubuna girdiği gözlenmiş ve ilk hedef olarak yukarıdaki tabloda en azından bir üst grup olan fazla kilolu gruba yükselmesini uygun görmüştür. Diyetisyen, Can 'a günlük aldığı kalori değişmeden uygulayacağı bir egzersiz programı önermiştir. Buna göre Can haftada 3 gün, 20 şer dakikalık egzersiz ile başlayıp sonraki her hafta günlük süreyi bir önceki haftaya göre 5'er dakika artırarak egzersize devam edecektir. Egzersiz olarak aşağıdaki tablodan yalnız bir seçim yapıp bu seçimi değiştirmeyecektir. Hangi egzersizin kaç kaloriye karşılık geldiğini gösteren tablo verilmiştir. (Not: 1 gram yağ için 9 kalori harcanmalıdır)

Örnek Tablo:

Ağırlık çalışmak	30 dk	150 kalori
Paten yapmak	15dk	15 kalori
Merdiven çıkmak	15 dk	15 kalori
Dans etmek	30 dk	75 kalori
Bisiklete binmek	30 dk	300 kalori
Tenis oynamak	30 dk	120 kalori
Yürüyüş yapmak	20 dk	60 kalori
Basketbol oynamak	30 dk	300 kalori
Yüzme	30 dk	300 kalori
Voleybol oynamak	60 dk	180 kalori

Can' a yardım etmek için hangi aktiviteyi seçtiğinde hedeflediği kiloya kaç hafta sonra ulaşacağını bulmasını sağlayan bir model geliştiriniz ve bunu Can'a ayrıntılarıyla açıklayan bir mektup yazınız.

Örnek Çözüm:

Can'ın bisiklete bindiğini kabul ederek orantı kurarak 20 dakikada 200 kalori harcadığı bulunur. Egzersizi bisikletle seçtiği durumda; vücut kitle endeksi formülünü kullanarak Can'ın vermesi gereken kilonun 5,5 ile 6 arasında olması gerektiği bulunup çözüm için 6 kilogram=6000 gram ağırlığı kullanılır.

Hafta	Süre (dk)	Gün	Kalori	Kilo Kaybı (gr)
1. hafta	20	3	600	600/9
2. hafta	25	3	750	750/9
3. hafta	30	3	900	900/9
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
n	t	3	$600+(n-1) \cdot 150$	$\frac{600 + (n-1) \cdot 150}{9}$

Kilo kaybının bir aritmetik dizi oluşturduğu görülmektedir. Verilmesi gereken toplam kiloyu aritmetik dizinin ilk n terimini toplamını kullanarak modelleyelim.

Hafta	Süre (dk)	Gün	Kalori	Kilo Kaybı (gr)
1. hafta	20	3	x	600/9
2. hafta	25	3	$\frac{5x}{4}$	750/9
3. hafta	30	3	$\frac{6x}{4}$	900/9
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
n	t	3	$x + (n-1) \cdot \frac{x}{4}$	$\frac{x + (n-1) \cdot \frac{x}{4}}{9}$

$$a_1 = \frac{x}{9} \quad r = \frac{x}{36} \quad \text{verilmesi gereken kilo (gr)} = y \text{ olsun.}$$

$$\frac{n}{2} \left(2 \cdot \frac{x}{9} + (n-1) \cdot \frac{x}{36} \right) = y, \quad \frac{n}{2} \cdot \frac{x}{36} (8+n-1) = y, \quad n \cdot (n+7) = \frac{y \cdot 72}{x}, \quad n_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \text{ bulunur.}$$

Can'ın bisiklete bindiği durumda; x= 600 (harcanan kalori) alınır.

$$a_1 = \frac{600}{9} \quad r = \frac{150}{9} \quad y = 6000 \text{ gr}$$

$$\frac{n}{2} \left(2 \cdot \frac{600}{9} + (n-1) \cdot \frac{150}{9} \right) = 6000, \quad \frac{n}{2} \cdot \frac{150}{9} (8+n-1) = 6000, \quad n \cdot (n+7) = 720$$

denklemin çözümünden yaklaşık 24 hafta sonra istenilen kiloya ulaşır.

* Matematik Öğretmenlerinin Model Oluşturma Etkinliği Tasarım Süreçlerinin İncelenmesi: Obezite Problemi* adlı çalışmadan alınmıştır.

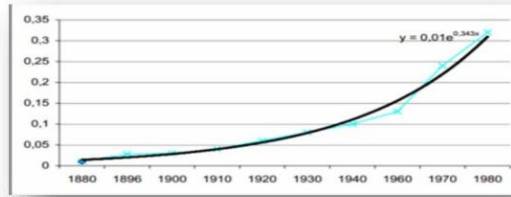
Küresel Isınma**Sınıf seviyesi:** Lise 12. sınıf ve Lisans**Öğrenme alanı:** Üstel ve logaritmik fonksiyonlar

Kömür ve yağ gibi yakıtı dönuşen 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. Aşağıdaki tablo, 1980'e kadar 100 yıllık periyotta sıcaklık artışını göstermektedir. Eğer dünyanın ortalama sıcaklığı, 1980 yılındaki değeriinden 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. Tablodaki verilerle bir model bularak dünyanın sıcaklığının 1860'daki değeriilerin 7°C üstünde olacağı yılı tahmin edebilir?

Yıl	1860'daki sıcaklığın üstüne dünyadaki sıcaklık artışı (°C)
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

Örnek Çözüm:

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.



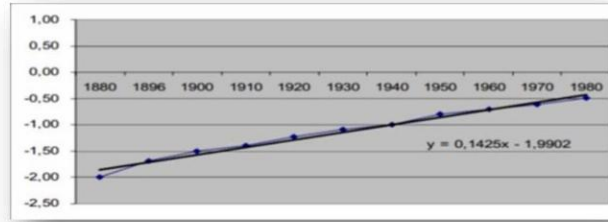
Sıcaklık artışına yıl grafiğı üstel fonksiyon şeklindedir. Bu verilerle elde edilen üstel fonksiyon; $y = 10^{0,013x} \cdot 10^{-26,18}$

Örneğın $x=1930$ için $[10]^{0,013x} \cdot [10]^{-26,18} = 0,08$ olur. Tablodan 1930'a karşılık gelen değeri 0,08'dir.

Üstel fonksiyonu bulmak kolay olmayabilir. Bu nedenle ısı artışı T değeriilerin logaritmasını alarak $\log T$ 'ye yıl (n) grafiğini çizebiliriz.

Yıl	1860'daki sıcaklığın üstüne dünyadaki sıcaklık artışı (°C)	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.

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

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

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

$\log 7 = 0,845$ için x'i bulalım:

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

$27,025 = 0,013x$ **2078=x** elde edilir. 2078 yılında İngiltere tamamen sular altına kalacaktır.

Antik Çağ Kalıntıları

Sınıf seviyesi: Lise 9. Sınıf

Öğrenme alanı: Doğrusal fonksiyon, veri analizi, oran-orantı

Bir yol inşaatı sırasında antik çağda yaşayan insanlara ait olduğu düşünülen kemikler bulundu. İskeletlerin tamamı bulunamamakla birlikte konumlarından, iki ayrı kişiye ait oldukları anlaşıldı. Bulunan kemikler ve uzunlukları Tablo 1'de; insan vücudundaki bu ve diğer kemiklerin yerleri Şekil 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Bulunan kemiklerin çeşitleri ve uzunlukları

Birinci İskelet	İkinci İskelet
Pazu kemikleri: 47,5 cm, 47,6 cm Ön kol kemiği: 25,8 cm	Pazu kemiği: 34,7 cm Ön kol kemiği: 20,5 cm

Uzun yıllar önce yaşayan insanların fiziksel özelliklerinin belirlenmesi tarihçiler için önemlidir. Bu konuda tarihçiler sizden (sizin gibi matematikçilerden) yardım istiyorlar. Tabii ki yöntemleriniz bilimsel ve güvenilir olmalıdır. Bu konuda işinize yarayabilecek Türkiye Adli Tip Veri Merkezi'nin (TATVEM) veri tabanından elde edilen istatistiksel bilgiler Şekil 2'de verilmiştir. Bu tabloda değişik yaş ve cinsiyetlerde kişilerden derlenmiş kemik ölçümleri verilmiştir.

A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
1	150	30,5	39,6	39,6	20,5	1	140	30,1	37,1	37,1	21,0	2	181	37,1	47,6	47,6	25,2
1	154	30,2	38,4	38,4	21,7	1	154	33,0	40,1	40,1	22,0	2	149	32,8	40,6	40,6	21,9
1	150	31,5	38,6	38,6	20,4	1	148	31,1	38,3	38,3	21,9	2	159	32,5	40,9	40,9	22,4
1	155	31,9	38,9	38,9	19,6	1	150	32,3	37,6	37,6	21,3	2	159	37,3	44,0	44,0	25,7
1	150	32,1	38,6	38,6	20,3	1	165	36,4	44,9	44,9	22,6	2	161	35,1	42,3	42,3	23,2
1	154	30,6	39,8	39,8	20,2	1	158	35,1	40,0	40,0	22,7	2	154	32,8	40,0	40,0	21,7
1	151	33,9	39,4	39,4	22,1	1	164	36,9	45,0	45,0	24,7	2	160	33,7	40,9	40,9	22,5
1	152	32,4	38,4	38,4	21,8	1	162	36,1	43,1	43,1	24,8	2	159	37,7	44,3	44,3	24,9
1	147	33,1	39,6	39,6	21,8	1	150	32,8	40,6	40,6	22,5	2	174	37,0	45,7	45,7	24,6
1	159	34,7	41,0	41,0	22,8	1	155	33,8	40,3	40,3	22,1	2	155	35,8	41,7	41,7	23,1
1	153	35,3	42,1	42,1	22,0	1	151	32,9	39,1	39,1	21,9	2	147	30,9	36,6	36,6	19,9
1	172	37,2	44,8	44,8	24,1	1	170	37,0	43,7	43,7	23,3	2	170	39,0	45,9	45,9	26,6
1	153	32,5	41,2	41,2	21,5	1	148	31,8	38,1	38,1	20,3	2	167	36,7	43,6	43,6	25,5
1	165	34,4	42,4	42,4	22,9	1	159	32,5	39,9	39,9	22,2	2	144	32,7	38,6	38,6	23,5
1	154	35,5	41,2	41,2	22,4	1	152	34,6	39,9	39,9	22,3	2	167	36,0	43,5	43,5	24,1
1	157	32,8	39,8	39,8	21,5	1	159	35,7	41,7	41,7	23,5	2	173	41,1	47,9	47,9	26,6
1	144	31,4	38,1	38,1	20,5	1	163	36,0	44,6	44,6	23,9	2	176	36,9	45,8	45,8	26,1
1	164	34,3	42,6	42,6	22,8	1	169	34,6	43,5	43,5	23,1	2	163	36,5	43,6	43,6	25,0
1	143	31,3	36,2	36,2	21,6	1	151	33,2	40,2	40,2	21,9	2	164	33,6	43,3	43,3	24,2
1	160	36,6	41,9	41,9	24,0	1	151	32,9	39,1	39,1	23,0	2	152	36,1	40,7	40,7	24,2
1	152	33,2	40,7	40,7	22,4	2	160	32,3	40,7	40,7	22,4	2	181	40,5	47,7	47,7	27,1
1	150	31,7	38,5	38,5	21,6	2	155	33,5	41,5	41,5	21,7	2	162	37,2	45,1	45,1	24,4
1	154	33,7	41,6	41,6	22,6	2	167	36,0	44,5	44,5	23,7	2	170	39,9	44,8	44,8	26,0
1	162	34,0	41,8	41,8	25,4	2	161	36,5	43,6	43,6	24,0	2	161	36,8	44,2	44,2	25,0
1	160	35,3	43,1	43,1	23,5	2	171	39,4	45,3	45,3	26,0	2	168	38,5	43,1	43,1	25,0
1	161	34,4	40,8	40,8	21,7	2	159	38,3	44,0	44,0	24,6	2	164	36,8	46,1	46,1	25,3
1	137	29,2	35,2	35,2	19,6	2	170	37,4	44,8	44,8	25,1	2	158	31,2	39,4	39,4	22,0
1	146	29,8	36,6	36,6	19,2	2	160	36,1	42,5	42,5	24,3	2	167	35,7	45,0	45,0	25,2
1	148	32,7	38,5	38,5	22,6	2	175	37,6	47,0	47,0	25,8	2	156	31,6	39,9	39,9	22,3
1	159	33,9	41,1	41,1	21,1	2	171	38,5	46,7	46,7	24,4	2	175	44,4	49,4	49,4	27,2
1	157	37,3	42,7	42,7	23,1	2	178	37,5	47,9	47,9	25,8	2	170	36,6	44,5	44,5	25,5
1	152	32,4	38,9	38,9	20,8	2	172	39,3	47,9	47,9	25,4	2	153	35,7	41,6	41,6	24,0
1	156	33,6	41,0	41,0	20,8	2	165	34,6	44,2	44,2	23,7	2	163	34,9	42,5	42,5	23,9
1	159	33,1	42,0	42,0	21,0	2	174	38,7	47,6	47,6	26,5	2	167	36,3	45,4	45,4	25,5
1	147	30,6	37,4	37,4	20,6	2	173	34,0	44,9	44,9	23,1	2	175	28,8	45,6	45,6	28,1
1	158	32,7	41,4	41,4	21,9	2	163	33,3	43,3	43,3	23,7	2	153	33,9	40,7	40,7	24,1
1	158	35,5	43,2	43,2	23,4	2	165	32,6	41,9	41,9	22,3	2	174	40,9	47,1	47,1	26,0
1	157	33,5	39,7	39,7	22,5	2	155	34,8	42,6	42,6	23,1	2	157	37,5	42,0	42,0	25,1
1	152	34,3	40,4	40,4	22,2	2	164	32,8	40,0	40,0	21,8	2	166	38,1	44,1	44,1	25,8
1	151	30,0	38,7	38,7	19,7	2	160	36,7	44,7	44,7	23,2	2	173	41,0	48,2	48,2	26,4



Şekil 1: İnsan iskeleti ve kısımları

Birinci ve ikinci iskeletin ait olduğu kişilerin boylarını hesaplayınız. Değişik kemiklerin insan boyu ile olan istatistiksel ilişkilerini kullanarak matematiksel modeller oluşturabilirsiniz. Bunun için TATVEM veri tabanında verilen bilgilerden yararlanabilirsiniz. Oluşturduğunuz modellerden hangisini tercih ettiğinizi ve nedenini belirtin.

Örnek Çözüm:

Problemde Tablo 1'de verilen değerlere göre öğrencilerin Boy (B) bağımlı değişkenini diğer bağımsız değişkenler (C, D, E ve F) cinsinden ifade eden doğrusal fonksiyonların ($Y=aX+b$) elde edilmesi çözüm için işe yarayacaktır. MS Excel gibi bir elektronik tablo programı kullanılarak boy uzunluğunu (B) en iyi betimleyen kemik türüyle doğrusal fonksiyon ($B=aF+b$) elde edilir. Bunun için bir elektronik tablo programının (örn. MS Excel) grafik çizme fonksiyonu kullanılarak boy uzunluğu ile diğer kemik türlerinin her biri için serpm (saçılma) grafiği çizdirilir. Bu grafiklerin gösterdiği veriye en iyi uyan doğrusal fonksiyon, örneğin MS Excel'de, eğri uydurma özelliği "Eğilim Çizgisi Ekle" (Add Trendline) aracı yardımıyla kolaylıkla bulunabilir. Eğilim çizgisi denklemleri birlikte otomatik olarak hesaplanan R^2 ifadesi bir uyum indeksi olup bu değer 1'e ne kadar yakınsa, bu problem bağlamında çözümünüz için kullanacağınız kemik türü de o kadar gerçeğe yakın sonuç verebilir demektir.

E sütunu pazı kemik ölçümlerini göstermektedir. Buna göre aşağıdaki tablo oluşturulabilir.

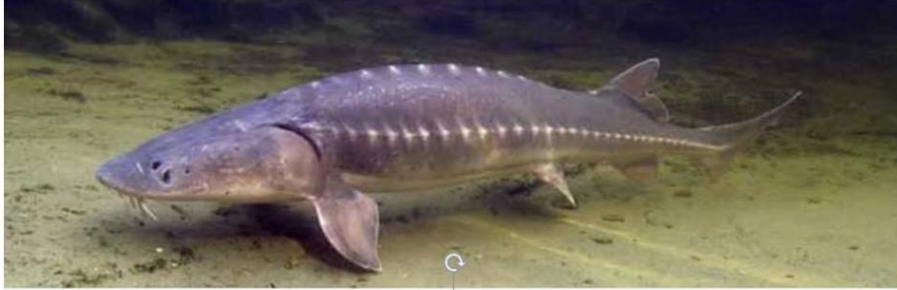
Pazı kemiği (cm)	39,6	41,0	43,2	44,6	47,9	...
Boy (cm)	150	159	161	163	173	...

Bu verilerin serpm (saçılma) grafiği aşağıdaki gibi oluşur. Bu verileri modelleyen eğilim çizgisinin denklemi ise aradığımız doğrusal fonksiyonu verir.



Buradan pazı kemiği uzunluğuna bağlı boy fonksiyonu $B=2,8P+41,53$ olarak elde edilir. Bu fonksiyonun R^2 değeri 0,84'tür. Ön kol kemiği için elde edilecek fonksiyon ise $B=3,92K+68,70$ olup bunun R^2 değeri 0,63'tür Bu değer pazı kemiği için olan regresyonun R^2 değerinden küçüktür. Bu nedenle pazı kemiği için bulunan fonksiyonu boy hesaplamalarında esas almak uygun olabilir.

*Türkiye Bilimler Akademisi "Lise matematik konuları için günlük hayattan modelleme soruları" kitabından alınmıştır.

Mersin Balığı Problemi**Sınıf seviyesi:** Ortaokul 8. sınıf**Öğrenme alanı:** Üslü ifadeler

Adana'da kapalı havuzlarda 2006 yılından bu yana beslenen Mersin balıklarından siyah havyar üretimi başladı. Mersin balığı, dünyada koruma altındaki en ilkel deniz canlılarından biri. Hazar Denizi'nde doğal olarak bulunuyor. Şimdilerde koruma altında olduğu için, deniz avı yasak. Kapalı havuzlarda özel olarak yetiştiriliyor. 2006 yılında Adana'nın Ağzıkaraca Köyü'nde 12 milyon dolarlık yatırımla yıllık 50 ton balık eti, 12.5 ton havyar üretecek bir mersin balığı çiftliği kuruldu. Balıklar kapalı alandaki havuzlarda yetiştiriliyor. İlk üretim, Almanya'dan ithal edilen döllenmiş yumurtalarla başladı. İki yıldır anaçlar da Adana'da yetiştiriliyor (<http://milliyet.com.tr/mersin-baligi-ve-havyar-uretiyoruz/ekonomi/2133689>).

Bu balık çiftliğinde bir havuzda 243 tane koruma altında bulunan ve havyarı ile dünyaca ünlü Mersin Balığı yetiştiriliyor. Çiftlikteki bu balıklara belli bir süre sonra alan dar gelmeye başlıyor ve birbirlerine zarar vermemeleri için dört ayda bir üç havuza eşit bir şekilde bölünüyor. Aynı işlem her dört ayda bir her havuz için gerçekleştiriliyor. Buna göre havuzlara aktarılan balık sayıları için modelleme yapınız.

Buna göre:

- Kaç ay sonra her havuzda bir tane mersin balığı bulunur?
- Bir yıl sonra havuzlarda kaç tane balık olur?
- Toplamda kaç tane havuz gereklidir?

Örnek Çözüm:

Bu şekilde ilerleyerek gidecektir.

4. ay	3 havuz	her havuzda 81 balık
8. ay	9 havuz	her havuzda 27 balık
12. ay	27 havuz	her havuzda 9 balık
16. ay	81 havuz	her havuzda 3 balık
20. ay	243 havuz	her havuzda 1 balık

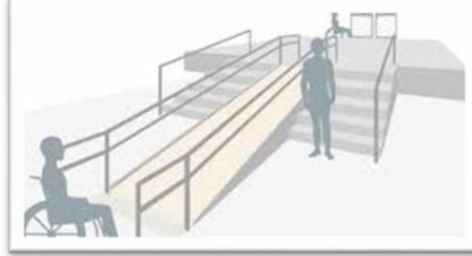
$$1 \text{ yılın sonunda toplamda } 243/27 = \frac{3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3}{3 \cdot 3 \cdot 3} = 3 \cdot 3 = 3^2$$

Tabanları aynı olan üslü ifadelerde bölme işlemi yapılırken üsler çıkarılır kuralı oluşturulur. 20 ay sonra havuzlarda bir balık olacak şekilde düşünersek toplamda 243 balık olduğu için 243 adet havuz gereklidir.

Engelli Rampası

Sınıf seviyesi: Lise 11.sınıf

Öğrenme alanı: Eğitim



Engelli rampası; tekerlekli sandalye kullanıcıları, yürüme zorluğu yaşayan kişiler, bebek arabası ile bebeğini taşıyan ebeveynler ve görme engelli kişilerin yürümesine yardımcı olmak amacı ile üretilmiş eğimli bir platformdur. Engelli rampası; kaldırımlarda (kaldırım başlangıç ve bitiş noktalarında ve kaldırımdaki kot farklılıklarında), yaya geçitlerinde, bina girişlerinde, kamu kurumlarına ait binalarda, yayaların yürüyüş güzergâhlarında, yeşil alanlarda ve spor alanları gibi pek çok yerde kullanılmaktadır. Engelli rampası sayesinde ergonomi ve güvenlik gibi şartlar yerine getirilmiş olur. Günümüzde engelli rampalarının kullanım alanları ile ilgili standartlar yönetmelikler tarafından belirlenmiş olup konuyla ilgili olarak dikkate alınması gereken en önemli kaynak ise *TS 12576: Şehir İçi Yollar-Özürlü ve Yaşlılar için Sokak, Cadde, Meydan ve Yollarda Yapısal Önlemlerin Tasarım Kuralları* şeklindedir.

Okulumuz öğrencilerinden Ahmet tekerlekli sandalyesi ile yaşamını sürdürmektedir. Ahmet okulun arka bahçesindeki merdivenlerden tekerlekli sandalyesi üzerinde babası ve çevresindekiler yardımı ile güçlükle okula gelebilmektedir. Babasının çalıştığı günlerde okula gelemeyen Ahmet bu duruma çok üzülmemektedir. Ahmet'in okula gelebilmesi ve bu zorlukları yaşamaması için okulumuza bir engelli rampası yapılmasına ilişkin rampa modeli tasarlayarak okul idaresine bir mektup yazınız.

Örnek Çözüm:

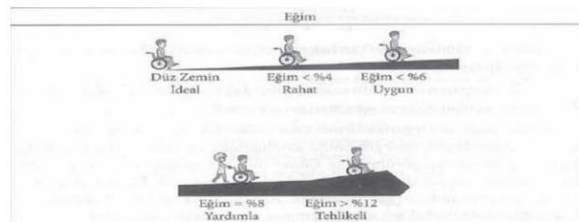
Problemi Anlama: Ahmet lisede okumaktadır ve kendisi tekerlekli sandalye ile okula gelip gitmektedir. Ancak okulda engelli rampası bulunmamaktadır. Bu konuda yapmam gereken Ahmet'in okula rahatça gidip gelebilmesi için engelli rampası modeli tasarlayıp, okul idaresine yardımcı olmaktır.

Zihinsel Model Oluşturma: Engelli rampası için gerekli değişkenler ölçüm yapılarak bulunur.

Okul merdiven basamak sayısı	8
Basamak yüksekliği	16,5 cm
Merdiven bitiminden bahçe kapısına kadar olan mesafe	16,7 m
Okul kapısının sol tarafında yer alan duvar yüksekliği	102 cm
Duvar bitiminden yan bahçe duvarına kadar olan mesafe	20,3 m

Daha sonra, yapılması gereken engelli rampaları için bir standardın olup olmadığı araştırılır. Bu doğrultuda standartlara uygun olarak okul bahçesinde bir yer belirlenir ve en ideal ölçülerde bir rampa modeli oluşturulur.

Araştırma sonuçlarına göre standart ölçümler:



Dış mekanlarda kullanılmak üzere tasarlanan rampaların genişliği en az **100 cm** olmalıdır. Ancak genel olarak net ölçünün **120 cm** olarak alınması ideal olarak görülmektedir.

TSE farklı durumlar için 3 farklı eğim vermektedir: (H: rampasını yüksekliği)

- 15<H<50 ise eğim %9
- 50<H<100 ise eğim %8
- 100< H ise eğim %6

10 m'den daha uzun rampaların eğimi, hiçbir şekilde %6'dan fazla olmamalıdır.

Matematikselleştirme:

H: 8 basamak x her birinin uzunluğu

H=8.16,5=132 cm >100 cm olduğundan ve sol duvar yüksekliği 102 cm >100 cm olduğundan rampa nereye yapılırsa yapılsın eğim %6 olmalıdır.

Model oluşturma ve modeli çözme:

Rampanın yapılabileceği iki duvar için uzunluğu hesaplayalım.

$$\frac{H}{L} = \frac{132}{L} = \frac{6}{100}$$

Buradan L=2200 cm olur. Yani okul bahçesinin uzunluğunun en az 22 metre olması gerekir. Ancak okul bahçesinin uzunluğu yeterli değildir. Bu sebeple engelli rampası merdivenlerin olduğu bölgeye değil farklı bir yere yapılmalıdır.

Okul kapısının sol tarafında yer alan duvarın uzunluğunu H olarak alırsak H=102 cm dir.

$$\frac{H}{L} = \frac{100}{L} = \frac{6}{100}$$

Buradan L=1700 cm olur. Yan bahçe 20,3 metre olduğundan engelli rampası bu bölgeye yapılabilir.

O halde rampanın ön merdivenlerin bulunduğu bölgeye değil, okul kapısının sol tarafında yer alan bölgeye yapılması gerekmektedir.

Okulda Zaman Problemi**Sınıf seviyesi:** İlkokul 3. Sınıf ve üzeri**Öğrenme alanı:** Zaman ölçme

Tanıtıcı Makale

Bir Günü Oluşması

Dünya güneşin etrafında dönme sürecini gerçekleştirirken, aynı zamanda kendi çevresinde dönüş yapar. Böylece gece ve gündüz oluşumu gerçekleşmiş olur. Dünya kendi eksenini etrafında gerçekleştirdiği dönüşü 24 saat içerisinde tamamlar ve bunun sonucunda bir gün tamamlanmış olur. O yüzden bir gün 24 saattir deriz. Aynı zamanda Dünya Güneş'in etrafında döner. Bu dönüşümünü ise toplamda 365 günde gerçekleştirir. Bu durumun sonucunda ise bir yıl tamamlanmış olur.

Zaman içerisinde ne kadar gece ve ne kadar gündüz olduğu ise mevsimlere bağlı olarak değişkenlik gösterir. Özellikle dünya güneş etrafında dönerken bir kısmı aydınlık tarafta kalırken, diğer kısmı karanlığa gömülür. Bunun sonucunda da gece ve gündüz oluşur. Kış aylarında geceler daha uzun ve gündüzler kısadır. Yaz aylarına gelindiğinde ise gündüzler uzar ve geceler kısalmır. Gündüz saatleri geçerken ayrıca dünyanın dönüş hareketi sürdüğü için gökyüzü konumu da değişir. Akşam saatleri geldiğinde güneş ufuk çizgisine kayar. Bu sebepten dolayı güneşin geliş açısı azalır ve yavaş yavaş karanlık çökmeye başlar. Böylece rutin şekilde gece ve gündüz oluşumu meydana gelir.

(Kaynak: www.hurriyet.com.tr)*Hazırlık Soruları*

1. Dünya'nın kendi etrafından dönmesi sonucu ne oluşur?
2. Dünya'nın Güneş etrafında dönmesi sonucu ne oluşur?
3. Bir yıl kaç gün, kaç hafta ve kaç aydan oluşur?

*Problem Durumu**i. Gerçek Yaşam Problem Durumunu Sunma ve Ön Hazırlık Basamağı*

Sınıf öğretmeni, aşağıdaki gerçek yaşam problem durumunu öğrencilere sunar:

"Gizem, okulda çok fazla zaman geçirdiğini düşünmektedir. "Okulda zaman nasıl geçiyor anlamıyorum! Neredeyse yılın çoğunu okulda geçiriyorum." demektedir. Gizem'in bu düşüncesi hakkında ne düşünüyorsunuz? Siz de yılın çoğunu okulda geçirdiğinizi düşünüyor musunuz? Gerekli hesaplamaları yaparak Gizem'in haklı olup olmadığını bulunuz."

Bu süreçte sınıf öğretmeni, öğrencilerin "zaman" kavramını nasıl anlamlandırabileceklerini düşünmelidir. Örneğin öğrenciler yıl, ay, hafta, gün ve saat birimlerinden birini veya birkaçını dikkate alarak matematik dünyasına geçiş yapabilirler. Bu bağlamda sınıf öğretmeni öğrencilerin varsayımlarını, problem durumunda yer alan "zamanın nasıl tanımlandığı ve ifade edildiği" ana ögesine çekmesi gerekmektedir.

ii. Uygulama

Öğrenciler okulda zaman problem durumunu matematik dünyasına taşıırken, "zaman" değişkeni içerisinde nelerin yer aldığını keşfetmeleri gerekir. Bu süreçte öğrencilerin resmi tatiller, yarıyıl tatili, yaz tatili, hafta sonlarının kaç güne denk geldiğini ve okulda kaç saat zaman geçirdiklerini belirlemeleri gerekmektedir. Bu şekilde gerçekçi bir varsayım oluşturabileceklerdir. Öğretmen bu süreçte öğrencilerine şu soruları sorabilir:

1. Resmi tatiller neler?
2. Kaç gün yaz tatili yapıyoruz?
3. Kaç gün yarıyıl tatili yapıyoruz?
4. Okula kaç gün geliyoruz?
5. Okulda kaç saat zaman geçiriyoruz?
6. Okula 1 haftada 5 gün geliyorsak, 1 haftada kaç saat okulda zaman geçiriyoruz?

Öğrenciler resmi tatilleri belirlerken, 23 Nisan ve 19 Mayıs günlerinde gösteri gerçekleştirdikleri için okula geldiklerini düşünebilirler. Aslında 23 Nisan ve 19 Mayıs günleri, resmi tatildir. Bundan dolayı öğrencilerin bu varsayımda bulunmamları için "23 Nisan'da herkes okulda oluyor mu?, 23 Nisan'da insanlar işe gidiyor mu?" gibi sorular sorularak öğrencilere o günlerin resmi tatil olduğu fark ettirilebilir.

Öğrenciler çözüm yolu geliştirme sürecinde resmi tatiller, yarıyıl ve yaz tatili ile hafta sonlarının kaç güne denk geldiğini belirlemeye başlayacaklardır. Ardından bu hesaplamalarında gün veya saat birimlerini de göz önüne alarak matematiksel modeller oluşturacaklardır. Aşağıda öğrencilerin nasıl çözümler üretebileceklerine ilişkin bir örnek yer almaktadır:

Resmi tatil olan günlerin sayısı	
Resmi tatil olan günler	Gün sayısı
Yaz tatili	3 ay (90 gün)
Yarıyıl tatili	15 gün
29 Ekim	1 gün
Kasım ara tatili	5 gün
1 Ocak	1 gün
Nisan ara tatili	5 gün
23 Nisan	1 gün
1 Mayıs	1 gün
19 Mayıs	1 gün
Ramazan Bayramı	4 gün
Kurban Bayramı	4 gün

Örnek Çözüm:

Tatillerin toplamı: $90+15+23=128$ gün (resmî tatillerin toplamı)

$365-128=237$ gün (resmî tatil olmayan gün sayısı),

Resmî tatil olmayan günlerde hafta sonu tatili olacaktır. $237:7=34$ hafta (yaklaşık)

Hafta sonu cumartesi ve pazar tatil olur, 34 haftada $34 \times 2=68$ gün (hafta sonu tatilleri)

128 gün resmî tatil + 68 gün resmi olmayan tatil = **196 gün tatil olan toplam gün sayısı** (okul dışında geçirilen toplam zaman)

$365-196=169$ gün okulda geçirilen gün sayısı. Demek ki zamanımızın çoğunu okulda geçirmiyoruz. Gizem haklı değil.

Yukarıdaki çözüm doğrultusunda saat üzerinden matematiksel hesaplamalar yapılarak da çözüm yolu geliştirilebilir:

1 gün 24 saat okul dışında geçirilen süre $196 \times 24=4704$ saat

Okulda günlük yaklaşık 7 saat durduğumuz göz önüne alınırsa $169 \times 7=1183$ saat okulda geçirilen zaman

Saat olarak ta baktığımızda Gizem haklı olmadığı görülmektedir.

Son olarak öğrencilerin tüm süreçlerini kontrol etmeleri bir başka deyişle elde ettikleri sonucu doğrulamaları gerekmektedir. Bunun için öğrencilerden problem durumundaki verilenleri ve istenenleri doğru belirleyip belirleyemediklerini, çözüm yollarını, oluşturdukları matematiksel modeli, çözümlerini ve elde ettikleri matematiksel çözümün gerçek yaşam bağlamındaki problem durumuna uygunluğunu kontrol etmeleri beklenmektedir.

iii. Tekrar Gözden Geçirme

Sınıf öğretmeni "Zaman, kavramını bu problem durumu için daha farklı nasıl ifade edebiliriz veya düşünebiliriz?" sorusunu sorarak, öğrencilerin zaman kavramını yeniden tanımlamalarını isteyebilir. Örneğin "Çalışan bir insan, zamanının çoğunu işte mi geçiriyor yoksa iş dışında mı geçirmektedir?" sorusu ile yeni bir modelleme süreci başlayabilir. Yeniden tanımladıkları problem durumu ile oluşturdukları zaman matematiksel modelini uygulama noktasına taşımaları sağlanabilir. Bu şekilde oluşturdukları matematiksel modelin prototip ve genellenebilir bir model olduğunu fark edebilmelerine olanak sağlanır.

Uzun Atlama Problemi

Sınıf seviyesi: Ortaokul 7. Sınıf

Öğrenme alanı: Veri Toplama, Düzenleme, Değerlendirme ve Yorumlama

Uzun Atlama, atlamalar kategorisinin bir spor dalıdır içerik olarak üç adım atlamaya çok benzer özellikleri mevcuttur. Uzun atlama sporu belirli bir pistte hızlanarak sıçrama tahtasına gelmeden tek zıplama ile yapılan ve kum havuzunda en uzak mesafeye atlamak için yarışılan bir spordur. Geçmiş kayıtlarda uzun atlamanın koşmadan yapıldığı kayıtları bulunmaktadır. Uzun atlamanın profesyonel olarak oynanmaya başlandığı 1896 yılında bu yana devam etmektedir.



Uzun Atlamanın Kuralları

- sporcu koşu pistinin başında koşarak sıçrama tahtasını geçmeyecek şekilde atlamasını gerçekleştirmelidir.
- Sıçrama tahtası (genişlik 20 cm) beyaz boya ile boyanır. Kuma yakın olan 10 cm kısmı kırmızı ile boyanır sporcu kırmızı boyaya temas ederse atış geçersiz sayılır.
- Bir atlet için maksimum 1,5 dakika süre verilir bu süre içerisinde atlaması gerekmektedir yoksa hakkını kaybeder.
- Her sporcu üç atlayış hakkına sahiptir en iyi 8 sporcu bir sonraki turda 3 atlama hakkında verilir.

(Kaynak: <https://www.bedenegitimi.gen.tr/haber/atletizmde-uzun-atlama-nedir-h14163.html>)

Türkiye okullar arası uzun atlama şampiyonası için bir kız öğrenci seçilecek. Okul çapında düzenlenen yarışmada üç kız öğrenciye ait alınan sonuçlar metre olarak aşağıda verildi. Beden eğitimi öğretmeni şampiyonaya kimin gönderileceği konusunda kararsız kaldı. Müdür yardımcısı Güngör Bey, Şeyda en uzun ortalamaya sahip olduğundan şampiyonaya onun gitmesinin doğru olacağını söyledi. Sizce Güngör Hoca haklı mı? Cevabınızı açıklayınız ve haklı olmadığınızı düşünüyorsanız onu ikna ediniz. Okulumuz için en avantajlı öğrenciyi belirleyip, bunu nasıl yaptığınızı beden eğitimi öğretmenimize ve müdür yardımcımıza bir mektupla açıklayınız?

Büşra	Fatma	Şeyda
3,25 m	3,55 m	3,67 m
3,95 m	3,88 m	3,78 m
4,28 m	3,61 m	3,92 m
2,95 m	3,97 m	3,62 m
3,66 m	3,75 m	3,85 m
3,81m	3,59 m	3,73 m

Örnek Çözüm:

Atlaman sporcuların elde ettikleri derecelerin aritmetik ortasına bakıldığında Şeyda (3,76 m) birinci, Fatma (3,725 m) ikinci, Büşra (3,65 m) ise sonuncu olduğu görülür. Fakat Büşra'nın en iyi derecesi 4,28 olup yarışmaya Büşra'nın gitmesi gerektiği düşünülebilir. Çünkü toplam üç atlama yapılacak ve Büşra bir kez 2,95 atmış, bu 2,95 Büşra'nın puanını kötü etkilediği için ortalaması düşük çıkmıştır. Büşra'nın gitmesi gerektiğini düşündüğümüzü açıklamak için olasılık hesaplayalım.

Örnek uzayımız "6", altı atlayış yapmışlar. Büşra üç kere birinci olmuş, Fatma bir kere, Şeyda iki kere.

Büşra'nın birinci olma olasılığı $\frac{3}{6}$, Fatma'nın birinci olma olasılığı $\frac{1}{6}$, Şeyda'nın birinci olma olasılığı ise $\frac{2}{6}$. Bunları sıraya koyduğumuzda en büyük olasılığı Büşra'nın daha başarılı olacağı anlaşılmaktadır. **Büşra**'yı yarışmaya göndermeliler.

Trafik Lambası Problemi

Sınıf seviyesi: Ortaokul 7. Sınıf

Öğrenme alanı: Veri toplama, düzenleme, değerlendirme ve yorumlama, rasyonel sayılar

Kırmızı ve yeşil ışıklı trafik lambası ilk kez 1868 yılında, Londra’da kullanıldı. Henüz motorlu araçların icat edilmediği o tarihte, at arabalarının yoğun olduğu bazı caddelerde, gaz lambası ile trafiğin düzenlenmesine çalışılmıştı. Daha sonraları, 1920’de ABD’nin Detroit Kenti’nde demiryolu sinyalizasyon sisteminden esinlenen bir trafik lambası kullanıldı.



Trafik ışığı ya da trafik lambası, yol bağlantılarında, kavşaklarda, yaya geçitlerinde ve trafiğin kontrol edilmesi gereken diğer yerlerde bulunan trafik düzenleme aracıdır.

Problem Durumu:

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 trafik yoğunluğuna ve yaya trafiğine bağlıdır. Dolayısıyla bazı caddelere trafik lambası yerleştirilir. Bunun yanında diğer faktörlerde, örneğin hastane ya da okul yollarında 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.

Örnek Çözüm:

Burada yerel komisyonun kararını etkileyecek birçok faktör vardır. Başlangıç olarak trafik lambası fikri caddenin trafik yoğunluğuna 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 ve yayaların caddeyi geçiş hızı sabit olsun.

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 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 $w/v < T$ şeklinde ifade edebiliriz.

Yerel komisyona tavsiye:

Eğer araçlar arasındaki süre, yayanın caddeyi geçiş süresinden büyük ise trafik lambası yerleştir. Eğer $w/v > T$ ise trafik lambası yerleştir. Bir örnekle açıklayalım:

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 $23/13,3 = 1,73$ sn olur.

Yayalar için düşünecek olursak onların hızı 1,77 m/sn ve caddenin genişliği 3m’dir.

w/v değeri $(3)/1,77 = 1,69$ sn olur.

Bu verilere göre $1,69 < 1,73$ yani $w/v < T$ olduğundan komisyona, buraya trafik lambası yerleştirmemesi önerilir.

Kantin İhalesi Problemi

Sınıf seviyesi: Ortaokul 7. Sınıf

Öğrenme alanı: Bir çokluğun belirtilen bir yüzdesine karşılık gelen miktarı bulur.

Adıyaman Türkiye Petrolleri Ortaokulu'nun 1600 öğrencisi ve 80 personeli vardır. Tam gün eğitim verilen okulda öğrencilerin yaklaşık %70'i servisle okula gelmektedir. Geriye kalan öğrenciler ise okulun bulunduğu bölgede ikamet ettikleri için servis kullanmamaktadır. Okulun yemekhanesi olmadığı için öğrenciler yeme içme ihtiyaçlarını okul kantinden karşılamaktadırlar. Yaz döneminde kantin işletmeciliği için bir ihale düzenlenmiştir. Bir fabrikada işçi olarak çalışan Hasan Bey okulun kantin ihalesine katılmayı ve yıllık 8000 TL teklif vermeyi düşünmektedir. Aşağıda verilen ihale koşullarını dikkate alarak Hasan Bey'in bu ihale için vereceği teklifin mantıklı olup olmayacağını sebepleriyle birlikte ona açıklar mısınız?



Kantinin yıllık kira bedeli 80000 TL'dir. İhale sözleşme süresi 3 yıldır. Her yıl kira bedeli % 10 artırılabilecektir. Kantindeki ürünler en fazla % 20 kar ile satılabilecektir.

Örnek Çözüm:

Problemi anlama: Hasan Bey okulun kantinini işletmek istiyor. İhaleye girerek bir teklif sunacaktır ve benden istenen, bu teklifin mantıklı olup olmadığını bulmaktır.

Zihinsel model oluşturma: Öğrencilerin hepsi kantinden alışveriş yapmayabilirler. Ayrıca alışveriş yapan öğrenciler de her gün alışveriş yapmayabilir. Bunun için iyi bir tahminde bulunarak günde kaç öğrencinin kantine gittiğini belirlemeliyiz. Daha sonra bir kişinin ortalama kaç TL para harcayabileceğine karar vermeliyiz. Bir de kantinin çalışanlarının masraflarını ve fatura giderlerini belirlememiz gerekiyor. Daha sonra toplam gelir ile gider arasındaki farkı hesaplayıp Hasan Bey'in düşündüğü teklif ile kantin ihalesine girmesinin uygun olup olmayacağına karar verebiliriz.

Matematikselleştirme: Servisle okula gelen 700 tanesinin evi okula yakın olan öğrencilerinin 200 tanesinin günde 30 TL ile 50 TL harcama yapacağını, kantinde iki işçinin çalışacağını ve aylık fatura giderlerinin 5000 TL olacağını düşünelim.

Model oluşturma ve modeli çözme: Aylık ve yıllık toplam gelir giderleri hesaplayalım.

Gelirler: Öğrencilerin yapacağı alışverişlerin 30 TL ve 50 TL olacağını düşünerek kantinin günlük net kazanç şu şekilde hesaplayabiliriz:

900 öğrenci x 30 TL = 27000 olduğu için % 20'lik kar miktarı $27000 \times \% 20 = 5400$ TL 900 öğrenci x 50 TL = 45000 olduğu için %20'lik kar miktarı $45000 \times \% 20 = 9000$ TL

Öğrencilerin 9 ay okula devam ettikleri düşünülürse kantinin bir yılda hizmet vereceği gün sayısı $9 \text{ ay} \times 20 \text{ gün} = 180$ gün olur (1 ayda ortalama 20 iş günü vardır). Her yıl ortalama 5 gün resmi tatil olduğu da dikkate alınarak kantinin bir yılda ortalama 175 gün hizmet vereceğini söyleyebiliriz.

Bu durumda bir yılda elde edilecek ortalama net kazanç;

$$5400 \text{ TL} \times 175 = 945.000 \text{ TL}$$

$$9000 \text{ TL} \times 175 = 1.575.000 \text{ TL}$$

olur. Bu durumda kantinin bir yıl içindeki toplam kazancı 945.000 TL ile 1.575.000 TL arasında olacaktır.

$$500 \text{ TL} \times 9 \text{ ay} = 4.500 \text{ TL olur.}$$

Giderler: Her bir işçi tam gün çalışırsa bir aylık maaşları (sigortaları dahil) toplam 2.150 TL olur. O zaman işçilerin bir yıllık ortalama masrafı;

$$2.1500 \text{ TL} \times 9 \text{ ay} \times 2 \text{ işçi} = 38.7000 \text{ TL}$$

Aylık fatura giderleri ortalama 5000 TL olursa bir yıllık ortalama fatura gider-

$$5000 \text{ TL} \times 9 \text{ ay} = 4.5000 \text{ TL olur.}$$

Bu durumda ortalama yıllık gider toplamı;

$$387.000 \text{ TL} + 45.000 \text{ TL} = 432.000 \text{ TL olur.}$$

Kantinin yıllık kira bedeli olan 80.000 TL de dikkate alınarak bir yıllık toplam gider;

$$80.000 \text{ TL} + 387.000 \text{ TL} + 432.000 \text{ TL} = 512.000 \text{ TL}$$

O halde en düşük kazanca göre hesap yapıldığında kantinin net kazancı ortalama;

$$945.000 \text{ TL} - 512.000 \text{ TL} = 433.000 \text{ TL}$$

En yüksek kazanca göre hesap yapıldığında kantinin net kazancı ortalama;

$$1.575.000 \text{ TL} - 512.000 \text{ TL} = 1.063.000 \text{ TL}$$

olarak hesaplanır. Bu durumda kantin işletmecisinin aylık kazancı ortalama; $433.000 \div 12 \text{ ay} = 36.008 \text{ TL}$

$1.063.000 \div 12 \text{ ay} = 88.580 \text{ TL}$ arasında değişecektir.

* Osman Gündoğdu'nun aynı isimli probleminden uyarlanmıştır.

Tarımsal Sulama Problemi

Sınıf seviyesi: Ortaokul 7. Sınıf

Öğrenme alanı: Geometri ve ölçme

Tanıtıcı makale

Demirköprü Barajı'nda su seviyesi yüzde 1.5 oranına düştü

Gediz Nehri üzerinde 1954 yılında yapımına başlanan ve 18 Mayıs 1960 yılında açılışı yapılan Demirköprü Barajı ve Hidroelektrik Santrali'nde (HES) doluluk oranı yüzde 1,5 olarak tespit edildi. Ege Bölgesi'nin hem tarımsal sulama hem de elektrik üretiminde can damarlarından biri olan Demirköprü Barajı'ndaki, su seviyesinin, yeterli kar ve yağmur yağışı olmaması, gerekse de dönem dönem mevsim normallerinin üzerinde seyreden sıcaklıklar nedeniyle 223 milyon metreküpe kadar düştüğü kaydedildi. 1 milyar 22 milyon metreküp su tutma kapasitesine sahip olan barajdaki su seviyesinde yaşanan düşüşün, beklenen yağışların gerçekleşmemesi halinde tarımsal sulamada ciddi sorunlara yol açacağı belirtildi. Salihli Ziraat Odası Başkanı, "Demirköprü Barajı özellikle tarımsal sulamada Salihli Ovası'ndan Menemen Ovası'na kadar on binlerce çiftimizin vazgeçilmezi durumunda. Ancak barajımızdaki doluluk oranı ne yazık ki gerek yeterli kar ve yağmur olmaması gerekse dönem dönem mevsim normallerinin üzerinde seyreden sıcaklıklar nedeniyle istenilen seviyeye ulaşmış durumda değil. Barajdaki doluluk oranı yüzde 1,5 seviyelerine kadar düştü. Bazı örnekler verecek olursak barajımızda 2017 yılının kurak döneminde doluluk oranı yüzde 15; 2018 yılında yüzde 2 olmuştu. Tek temennimiz kuraklığın sona ermesi bol yağış olması. Bu barajımız sulamanın yanı sıra elektrik üretiminde de kullanılıyor. Demirköprü Barajı ve Hidroelektrik Santrali'nde günde 70 kilovatsaat elektrik üretilmektedir" dedi.



(<https://www.itha.com.tr/haber-demirkopru-barajinda-korkutan-goruntu-828211> sitesinden alınmıştır.)

Sulama Problemi

Salihli ilçesindeki çiftçilerin toplamda 33000 dönüm (dekar) tarımsal alanlarını sulayabilmeleri için önümüzdeki 3 ay içerisinde barajın yeterli sulama hacmine ulaşması gerekmektedir. Barajın sadece yağmur suyu ile hacminin genişlediğini varsayarsak, bu 3 ayda Salihli ilçesindeki tarımsal alanların hepsinin sulamasının yapılabilmesi için barajda ne kadar su hacmi olmalıdır?

Örnek Çözüm:

1 dekar (dönüm)= 1000 m^2 , 1 hektar = 10.000 m^2 , 1 hektar= 10 dekar(dönüm) olur.

3300 dekar=3300 hektarlık alan sulanacaktır. Göl toplamda 1200 hm^3 su ile 99220 hektarlık alan sulanacaktır.

3300 hektarlık alanın sulanabilmesi için 40 hm^3 su gereklidir.

1200 hm^3 toplam dolu göl hacminin %1.5 seviyesine düştüğü görülmüştür. Yani 18 hm^3 doludur.

3 ayda 40 hm^3 - 18 hm^3 = 22 hm^3 yağışa ihtiyaç vardır.

*Matematik eğitiminde matematiksel modelleme perspektifleri ve sınıf içi uygulamalar (2023)'in aynı isimli etkinliğinden uyarlanmıştır.

Buluşma Zamanı**Sınıf seviyesi:** Lise 9.sınıf**Öğrenme alanı:** Oran-Orantı

Aynı üniversitede okuyan Buğra, Kerem ve Ali isimli üç arkadaş mezun olduktan sonra işleri dolayısıyla farklı şehirlerde yaşamaktadırlar.

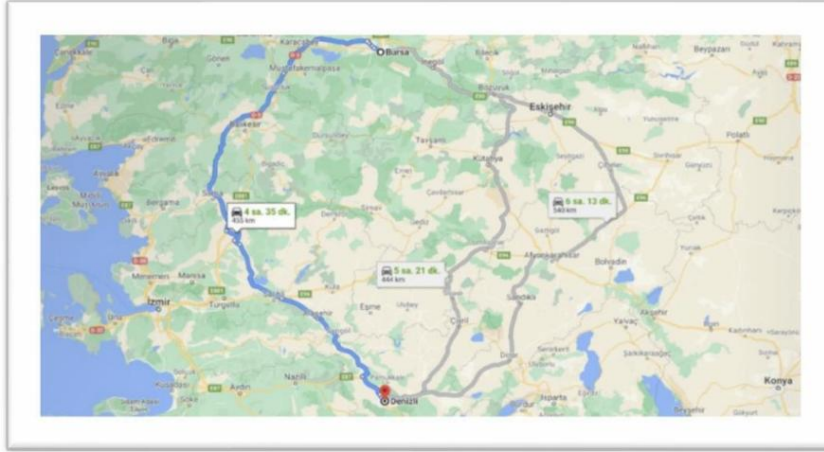
Bayram ziyareti için ailelerinin yanına gidecek olan bu üç arkadaş uzun yıllardır birbirlerini görmedikleri için yolculukları sırasında üçünün de geçecekleri ortak bir yerde buluşmaya karar verirler.

- Buğra, Bursa'dan Denizli'ye
- Kerem, Karacabey' den Denizli'ye
- Ali, Denizli' den Bursa'ya gidecektir.

Aynı gün ve aynı saatte kendi özel araçları ile yola çıkan bu üç arkadaş aynı yol güzergâhını kullanacaktır.

Kerem, saatte 120 km sabit hızla gidecek ve buluşma noktasına kadar mola vermeyecektir. Ali, saatte 80 km sabit hızla gidecek ve her 120 km yol gittiğinde 30 dakika mola verecektir. Gidecekleri yolda azami hız saatte 130 km'dir. Kerem ile Ali karşılaştıklarında 1 saat mola verip tekrar yollarına devam edeceklerdir.

Üç arkadaşın gidecekleri yolun navigasyondaki görüntüsü ve şehirler arasındaki mesafe aşağıdaki harita ve tablo üzerinde gösterilmiştir.



Bursa-Karacabey	Karacabey-M.Kemalpaşa	M.Kemalpaşa-Susurluk	Susurluk-Balıkesir	Balıkesir-Soma	Soma-Akhisar	Akhisar-Salihli	Salihli-Denizli
46 km	27 km	37 km	55 km	60 km	55 km	80 km	144 km

1. Kerem ile Ali'nin nerede karşılaşacakları ile ilgili bir modelleme yapınız.

2. Buğra'nın yolculuğa saatte 100 km hızla başladığını ve her 1 saat yolculuktan sonra en az 5 en fazla 15 dk. mola verdiğini düşünürsek Buğra'nın, Kerem ve Ali ile en az yarım saat görüşebilmesi için vereceği molalar kaç dakika olmalıdır? Bu durumda Buğra saatte kaç kilometre hızla yol almalıdır? Bu konuda Buğra ya yardımcı olunuz.

Örnek Çözüm:

1. Kerem 120 km'lik mesafeyi 60 dakikada, Ali ise 120 km'lik mesafeyi 90 dakikada alır. Ayrıca Ali 30 dakika da mola vereceğinden Kerem 60 dakikada 120 km daha yol alır. 120 dakikada Ali 120 km, Kerem toplam 240 km yol almış olur.

Karacabey ile Denizli arası $27 + 37 + 55 + 60 + 55 + 80 + 144 = 458$ km olup aralarında kalan mesafe $458 - 360 = 98$ km'dir. Ali moladan sonra 80 km hızla devam edeceğinden karşılaşma $\frac{98}{20} \cdot 60 \cong 29$ dakika olur. Bu sürede Ali $\frac{29 \cdot 80}{60} \cong 39$ km ve Kerem $\frac{29 \cdot 120}{60} \cong 59$ km yol alır. Dolayısıyla Ali ile Kerem Akhisar ile Salihli arasında $120 + 29 = 149$ dk. sonra buluşurlar. Bu sürede Ali $120 + 39 = 159$ km, Kerem ise $240 + 58 = 298$ km yol alır.

2. Buğra, Bursa' dan Denizli'ye doğru yola çıkıp Ali ile Kerem' in buluştukları yerde onlarla buluşacaktır. Bunun için Buğra; ilk 15 dakika 100 km hızla, daha sonra 45 dakika saatte 120 km hızla gidip 5 dakika mola versin. Moladan sonra hızını saatte 130 km'ye çıkararak 60 dakika boyunca yol alıp tekrar 5 dakika mola versin. Bu durumda

İlk 15 dakikada

60 dk. 100 km

15 dk. x km

x = 25 km yol alır.

Sonraki 45 dakikada

60 dk. 45 dk.

120 km a km

a = 90 km yol alır.

İlk moladan sonraki 60 dakikada ise 130 km yol alıp toplamda 130 dakikada 245 km yol alır. Kerem ile Ali'nin karşılaşma süreleri 149 dakika olduğundan Buğra'nın $149 - 130 = 19$ dakika zamanı kalır.

Bursa ile buluşma noktası arası $46 + 298 = 344$ kilometre olduğundan buluşma noktasına $344 - 245 = 99$ kilometresi kalır.

60 dk. 130 km

x dk. 99 km

x $\cong$ 46 dk. daha zaman gerekir.

Önceden 19 dakikasını kaldığından $46 - 19 = 27$ dakika sonra buluşma noktasında olur. Böylece üç arkadaş $60 - 27 = 33$ dakika birlikte zaman geçirerek hasret giderirler.

*Matematik 9 Modelleme Etkinlik Kitabı'ndan alınmıştır.

Zeytin Yetiştiriciliği**Sınıf seviyesi:** Lise 9.sınıf**Öğrenme alanı:** Sayılar ve Cebir (EBOB-EKOK)

Kemal Bey, İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü'nün tavsiyeleri doğrultusunda farklı parsellerde bulunan beşer dönümlük arazilerine dört farklı tür zeytin fidesi dikmiştir. Zeytin fideleri gelişimini tamamlayıp ürün vermeye başladığında her yıl topladığı zeytinleri birbirlerine karıştırmadan fabrikaya teslim etmektedir. Fabrika, teslim aldığı zeytinleri türlerini karıştırmadan sıkarak elde edilen zeytinyağının tamamını yine birbirine karışmayacak şekilde eşit hacimli tenekelere doldurarak Kemal Bey'e teslim etmektedir.

Son yapılan hasat sonucunda türlere göre fabrikaya teslim edilen zeytinlerin miktarı, zeytin türlerinin yağ oranları, zeytinyağlarının litre satış fiyatları ve temel giderler toplamı (budama, gübreleme, temizlik, toplama, nakliye) aşağıda tablo hâlinde verilmiştir.

Zeytin Türü	Fabrikaya Teslim Edilen Zeytin Miktarı (Kg)	Yağ Oranı (%)	Litre Satış Fiyatı (TL)	Temel Giderler Toplamı (TL)
A	7520	25	25	4600
B	9750	32	18	7300
C	8300	20	23	5500
D	9000	28	20	6400

Fabrika; 1 litre zeytinyağı sıkımı ücretini 2 Türk lirası, ebadına bakılmaksızın 1 adet boş teneke ücretini 5 Türk lirası olarak belirlemiştir. Kemal Bey'in toplam gelir-gider durumunu göz önünde bulundurarak hangi tür zeytin yetiştirmesi gerektiği konusunda bir modelleme yapınız.

Örnek Çözüm:

Türlere göre son hasatta toplanan zeytin miktarlarından verilen oranlara göre elde edilen yağ miktarları ve gelirler

$$\text{A türü zeytinden } 7520 \cdot \frac{25}{100} = 1880 \text{ litre}$$

$$1880 \cdot 25 = 47\,000 \text{ Türk Lirası}$$

$$\text{B türü zeytinden } 9750 \cdot \frac{32}{100} = 3120 \text{ litre}$$

$$3120 \cdot 18 = 56\,160 \text{ Türk Lirası}$$

$$\text{C türü zeytinden } 8300 \cdot \frac{20}{100} = 1660 \text{ litre}$$

$$1660 \cdot 23 = 38\,180 \text{ Türk Lirası}$$

$$\text{D türü zeytinden } 9000 \cdot \frac{28}{100} = 2520 \text{ litre}$$

$$2520 \cdot 20 = 50\,400 \text{ Türk lirası olarak bulunur.}$$

Fabrika, elde edilen zeytinyağlarından litre başına 2 Türk lirası sıkma bedeli aldığından

A türü zeytin için $1880 \cdot 2 = 3760$ Türk lirasını

B türü zeytin için $3120 \cdot 2 = 6240$ Türk lirasını

C türü zeytin için $1660 \cdot 2 = 3320$ Türk lirasını

D türü zeytin için $2520 \cdot 2 = 5040$ Türk lirasını Kemal Bey' den tahsil edecektir. Kemal Bey, litresine bakılmaksızın fabrikaya teneke başı 5 Türk lirası ödeme yaptığından az sayıda teneke ile yağları alması yararına olacaktır. Bu yüzden yağların konulacağı tenekelerin litresi türlere göre elde edilen yağların EBOB u kadar olmalıdır. Bu değer EBOB (1880, 3120, 1660, 2520) = 20 bulunur. Bu durumda yağlar 20 litrelik tenekelere doldurulacaktır. Buna göre;

A türü zeytinden $\frac{1880}{20} = 94$ teneke

B türü zeytinden $\frac{3120}{20} = 156$ teneke

C türü zeytinden $\frac{1660}{20} = 83$ teneke

D türü zeytinden $\frac{2520}{20} = 126$ teneke zeytinyağı elde edilir.

Fabrika teneke başı 5 Türk lirası alacağından

A türü zeytin için $94 \cdot 5 = 470$ Türk lirası

B türü zeytin için $156 \cdot 5 = 780$ Türk lirası

C türü zeytin için $83 \cdot 5 = 415$ Türk lirası

D türü zeytin için $126 \cdot 5 = 630$ Türk lirası Kemal Bey'den tahsil edecektir. Türlerle göre gelir-gider durumu aşağıda tablo hâlinde verilmiştir.

Zeytin Türü	Giderler (Türk Lirası)			Toplam Giderler	Gelirler (Türk Lirası)	Fark (Türk Lirası)
	Sıkma Gideri	Temel Giderler	Teneke Gideri			
A	3760	4600	470	8 830	47 000	38 170
B	6240	7300	780	14 320	56 160	41 840
C	3320	5500	415	9 235	38 180	28 945
D	5040	6400	630	12 070	50 400	38 330

Bu durumda türlerle göre toplam giderler elde edilen gelirden düşüldüğünde Kemal Bey'in **B** türü zeytinden daha fazla kazanç elde ettiği görülmektedir. Bu yüzden **B** türü zeytin yetiştirmesi kazanç yönünden daha uygun olacaktır.

*Matematik 9 Modelleme Etkinlik Kitabı'ndan alınmıştır.

Kamyon Şoförü**Sınıf seviyesi:** Lise 9.sınıf**Öğrenme alanı:** Sayılar ve Cebir

Osman Bey, İzmir-Adana arasında nakliye yapan bir kamyon şoförüdür.

Kamyonlar yükleri olmadığı zaman saatte maksimum 85 kilometre hızla gitmekte ve kamyonların yükleri arttıkça hızları azalmaktadır.

Osman Bey, İzmir'de 12 ton yük alıp sırasıyla Denizli, Afyon, Konya, Mersin şehirlerine uğrayarak Adana'ya gidecektir.

Denizli'ye ulaştığında yükünü boşaltmadan 4 ton daha yük almış, Afyon'da ise yük almadan 3 ton yükünü boşaltmıştır.

Osman Bey'in saat kaçta hangi şehirden hareket ettiği, saat kaçta hangi şehirde olduğu ve şehirler arası uzaklıklar(km) aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Kalkış Yeri ve Saati	Varış Yeri ve Saati	Şehirler Arası Uzaklık
İzmir 09.20	Denizli 13.00	245 km
Denizli 14.20	Afyon 18.45	230 km
Afyon 23.00	Konya 02.50	226 km
Konya 06.00	Mersin ?	351 km
Mersin ?	Adana 12.40	85 km

Osman Bey, Konya'dan Mersin'e yük götürüp daha sonra Adana'ya geçecektir. Konya-Adana arasında en az yarım saat mola verecektir. Saat en geç 12.40'ta Adana'da olması gereken Osman Bey yüklerini azaltmadan hızını artıramadığına göre zamanında Adana'da olabilmek için ne yapmalıdır?

NOT: Yolun yapısı, trafik gibi birçok dış faktör aracın hızını etkiler. Bu faktörleri hesaba katmadan bir örnek çözüm yaklaşımı sunalım.

Örnek Çözüm:

Osman Bey İzmir-Denizli arasında kamyonu 4 saat sürmüş, saatte yaklaşık 61 km hızla gitmiştir. 12 ton yük ile saatte ortalama 61 km hız yapmıştır.

Denizli-Afyon arasında kamyonu 4 saat 25 dakika sürmüş, saatte yaklaşık 52 km hızla gitmiştir. 16 ton yük ile saatte ortalama 52 km hız yapmıştır.

Afyon-Konya arasında kamyonu 3 saat 50 dakika sürmüş ve saatte yaklaşık 59 km hızla gitmiştir. 13 ton yük ile saatte ortalama 59 km hız yapmıştır.

Osman Bey aldığı her bir ton yük için hızını saatte yaklaşık 2 km azaltmıştır. Boşalttığı her bir ton yük için de hızını saatte yaklaşık 2 km artırmıştır.

Konya-Adana arasını mola dâhil en fazla 6 saat 40 dakikada almalıdır. 40 dakika mola verirse 6 saat yol gitmelidir.

6 saatin 5 saati Konya-Mersin, 1 saati Mersin-Adana olsun. Konya-Mersin arasını 5 saatte alması için hızının saatte $\frac{351}{5} \cong 70$ km olması gerekmektedir.

Hızı saatte $70-59 = 11$ km arttığına göre yükü de yaklaşık 5,5 ton azalmalıdır. Osman Bey 5,5 ton yükünü Konya' da boşaltırsa 5 saat sonra Mersin'de olur.

Mersin-Adana arasını 1 saatte alması için saatte ortalama 85 km hızla gitmelidir. Bunun için de Osman Bey kalan 7,5 ton yükünü Mersin' de boşaltmalıdır.

Osman Bey Konya'da 5,5 tonluk yükünü, Mersin'de ise kalan 7,5 ton yükünü boşaltırsa saat 12.40' ta Adana'da olur.

*Matematik 9 Modelleme Etkinlik Kitabı'ndan alınmıştır.

Dış Hekimi Randevuları**Sınıf seviyesi:** Lise 10.sınıf**Öğrenme alanı:** Olasılık, rastgele sayı kavramı, simülasyon

Özel bir hastane dış polikliniği için yeni bir randevu sistemi oluşturmak istiyor. Bu amaçla geçmiş dönemde polikliniğe randevu ile gelen 500 hastanın geliş zamanı ve muayene süreleriyle ilgili veriler taranarak Tablo 1 ve Tablo 2 oluşturulmuştur.

Tablo 1.500 hastanın muayenelerine geliş zamanları

	Erken		Zamanında	Geç	
Geliş Zamanı (Dk.)	10	5	-	5	10
Kişi Sayısı	50	100	200	100	50

Görüldüğü gibi bazı hastalar randevularına erken, bazı hastalar ise geç gelebilmektedir. Muayene süreleri ise hastadan hastaya değişebilmektedir. Kimi hastaların muayeneleri 5 dakika sürerken kimi hastalarda bu süre 35 dakikaya kadar çıkabilmektedir. Poliklinikte görevli tek bir hekim vardır ve hastaların hekim tarafından yapılan muayenelerinin ne kadar sürdüğü ile ilgili bilgiler Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2.500 hastanın dış hekiminde geçirdikleri ortalama süre

Süre (Dk.)	5	10	15	20	25	30	35
Kişi Sayısı	50	75	100	125	75	50	25

Bu bilgiler dışında, randevu verilen hastaların yaklaşık %10'unun da randevularına gelmediği tespit edilmiştir. Yeni randevu sisteminde her gün saat 9:00-12:00 arası randevu verilmesi ve hastaların muayenehaneye geldikleri sıraya göre muayene edilmesi planlanmaktadır. Bu konuda sizden yardım isteyen hastane yönetimine eldeki veriler doğrultusunda nasıl bir randevu sistemi oluşturmasını ve bu çerçevede her gün kaç kişiye, kaç dakika aralıklarla muayene randevusu vermesini öneririniz?

Örnek Çözüm:

Hastaların muayenelere geliş zamanları	
0-0,1	10 dk erken
0,1-0,3	5 dk erken
0,3-0,7	zamanında
0,7-0,9	5 dk geç
0,9-1	10 dk geç

Hastaların muayene süreleri	
0-0,1	5 dk
0,1-0,25	10 dk
0,25-0,45	15 dk
0,45-0,70	20 dk
0,70-0,85	25 dk
0,85-0,95	30 dk
0,95-1	35 dk

Simülasyon yapılarak soruya bir çözüm üretilebilir. Microsoft Excel'de RAND() fonksiyonuyla (0-1) aralığında rastgele sayılar seçilerek aşağıdaki tablo oluşturulur. Yukarıdaki tabloda ortalama muayene süresinin 20 dakikaya yakın olduğu görülmektedir.

$$(0,1 \times 5) + (0,15 \times 10) + (0,2 \times 15) + (0,3 \times 20) + (0,15 \times 25) + (0,1 \times 30) + (0,05 \times 35) = 19,5 \text{ dk.}$$

Randevuların 10 dakikada bir verildiğini düşünelim.

R: Randevu; M: Muayene; B: Bekleme

Hasta	R. saati	R. geliş -Excel	R. geliş saati	M. giriş sırası	M. süresi -Excel	M. süresi (dk)	M. giriş saati	M. çıkış saati	B. süresi
A	09.00	0,80	09.05	A	0,4028	15	09.05	09.20	0
B	09.10	0,96	09.20	B	0,1862	10	09.20	09.30	0
C	09.20	0,95	09.30	C	0,3978	15	09.30	09.45	0
D	09.30	0,56	09.30	D	0,8785	30	09.45	10.15	15
E	09.40	0,30	09.40	E	0,7068	25	10.15	10.40	35
F	09.50	0,61	09.50	F	0,9340	30	10.40	11.20	50
G	10.00	0,48	10.00	G	0,8172	25	11.20	11.45	70
H	10.10	0,49	10.10	H	0,8514	30	11.45	12.15	95
I	10.20	0,00	10.10 - gelmedi	J	0,4910	20	-	-	-
J	10.30	0,07	10.20	I	0,5493	20	12.15	12.35	115
K	10.40	0,67	10.40	K	0,3214	15	12.35	12.50	115
L	10.50	0,16	10.45	L	0,7665	25	12.50	13.15	125
M	11.00	0,87	11.05 - gelmedi	M	0,7292	25	-	-	-
N	11.10	0,10	11.05	N	0,0202	5	13.15	13.20	130
O	11.20	0,03	11.20	O	0,9385	30	13.20	13.50	120
P	11.30	0,36	11.30	P	0,0081	5	13.50	13.55	140
R	11.40	0,04	11.30	R	0,2094	10	13.55	14.05	145
S	11.50	0,09	11.40	S	0,1392	10	14.05	14.15	145

10 dakikada bir randevu verilen sistemin etkili olmadığı görülüyor. Ancak birkaç simülasyon daha yapılabilir. 10 dakikada bir randevu yerine 15, 17 ve 20 dk. gibi sayılarla yeni simülasyonlar yapıp bunların etkililiğine bakılmalıdır.

Erzurum Saat Kulesi

Sınıf seviyesi: Ortaokul 7. sınıf

Öğrenme alanı: Oran-orantı

Erzurum'da İslami döneme ait en eski eserlerden biri olarak kabul edilen Saat Kulesi, 12. yüzyıl ortalarında Saltuklu Hükümdarı Ebu'l Kasım tarafından İç Kale Mescidi'ne minare olarak yaptırılmıştır. İç Kale'nin güneydoğu köşesinde sur duvarına bitişik olarak yükselen yapının kaidesi kesme taştan, gövdesi tuğladan silindirik şekilde inşa edilmiştir. XVI. yüzyılın başlarında minarenin üst kısmı yıkılmış, ilk olarak 1848 yılında, daha sonra 1881 yılında saat yerleştirilerek "Saat Kulesi" ve aynı zamanda Gözetleme Kulesi olarak kullanılmaya başlanmıştır. Yapının düz, tuğla örgülü ve aşağıdan yukarıya doğru hafifçe daralan gövdesi altı süs kuşağı bulunurken, yapının kapısı kuzey zemin seviyesinde yer almaktadır. Pişmiş tuğladan, kufi karakterde kitabesi bulunan yapıda, saatin konulduğu ahşap kule ve üst mimarisi batılı üslupta olması dikkat çekmektedir. (Kaynak: Erzurum Gezi Rehberi Kitabı)



Babası ile Erzurum Kalesi'ni gezen Bahadır Efe (6 yaşında), akşam eve döndüklerinde gezileri boyunca hiçbir yerde Erzurum saat kulesinin boyunun kaç metre olduğuna dair bir bilgi bulunmadığını fark etmiştir. Bilgisayarında yukarıda ki fotoğrafı gören Bahadır'a fotoğrafı kullanarak saat kulesinin boyunu bulması için yardım edebilir misiniz?

Dizel mi Benzinli mi?**Sınıf seviyesi:** Ortaokul 7. sınıf**Öğrenme alanı:** Ondalık sayılarla işlemler

Araba sahibi olmak isteyen birçok insan için, hangi arabanın daha ekonomik olacağına karar vermesi zordur. Aşağıdaki Tabloda aynı tür arabaların dizel ve benzinli versiyonlarının fiyatları ve yakıt tüketimleri verilmiştir. Bu problem için matematiksel bir model (formül, grafik, gibi) üretin; kimler için (hangi şartlar altında) dizel araba almak daha ekonomik olur? Çözüm belirli bir modele göre olmamalı genel bir çözümleme olmalıdır. Çözümünüzde kullandığınız varsayımları (eğer varsa) belirtiniz. Eğer dizel araç seçilirse aradaki fiyat farkı kaç yıl ve kaç km sonra kapanır bulunuz? İnsanla yardım etmek için hangi aracı seçmeleri konusunda bir model geliştiriniz ve bunu ayrıntılarıyla açıklayan bir rapor yazınız.



Araba Modeli	Fiyat	Yakıt Tüketimi		Genel
		Şehir içi	Şehir dışı	
Peugeot 2008 1.2 Puretech 130hp EAT8 (benzin)	1.480.000 TL	7,6 litre	5,0 litre	6,0 litre
Peugeot 2008 1.5 BlueHDi 130hp EAT8 (dizel)	1.625.500 TL	5,8 litre	4,3 litre	5,0 litre

(1 litre benzin 41.00 TL ve 1 litre dizel 44.00 TL)

(Kaynak: <https://www.peugeot.com.tr/our-range/new-peugeot-20081.html>)

(Kaynak: <https://www.petrolofisi.com.tr/akaryakit-fiyatlari>)

Sıfır Kağıt Atık Problemi

Sınıf seviyesi: Ortaokul 6. Sınıf

Öğrenme alanı: Veri toplama, düzenleme, değerlendirme ve yorumlama

“Sıfır Atık”; israfın önlenmesini, kaynakların daha verimli kullanılmasını, atık oluşum sebeplerinin gözden geçirilerek atık oluşumunun engellenmesi veya minimize edilmesi, atığın oluşması durumunda ise kaynağında ayrı toplanması ve geri kazanımının sağlanmasını kapsayan atık yönetim felsefesi olarak tanımlanan bir hedeftir. Atık türleri, kağıt atık, cam atık, ahşap atık, plastik atık, organik atık, metal atık, pil atığı gibi sınıflara ayrılmıştır.



Kağıt atık; kağıt atıklar geri dönüşüm döngüsünün hammaddesi olarak kabul edilir. Herhangi bir kullanım alanında işlevini tamamlayarak kullanılmayacak halde olduğu için elden çıkarılarak atılan tüm kağıt çeşitleri ve kartonlar atık kağıt olarak kabul edilir. Bunun yanında gazete matbaalarından çıkan hatalı gazete baskıları ve baskı fazlası gazete kağıtları da atık kağıtlar olarak görürler. Buna karşılık tek kullanım için tasarlanmış emici kağıtlar ve hijyen amaçlı kullanılan kağıtlar hijyen ve sağlık nedenlerinden dolayı geri dönüştürilemedikleri için atık kağıt olarak kabul edilmezler. Kağıt geri dönüşümü uygulanabilirlik açısından en kolay olan maddedir. Kağıt ve ambalaj atıkları atık zincirinde büyük miktarda yer alırlar. Bu yüzden geri dönüşümleri çevreye büyük ölçüde fayda getirecektir. Zira üretimi sırasında yok olan ağaç ve doğal kaynakların başında enerji tasarrufu ihtiyacı en aza indirgenecek ve atık olarak elden çıkarılması gereken kağıt miktarı da azaltılarak çöp alanlarının dolması engellenecektir.

6. sınıf öğrencisi Akif Selim okulunda kurulan sıfır atık köşesinde bir yılda toplanan atık kağıtların geri dönüşüme kazandırılmasıyla kaç adet ağacın kesilmekten kurtulacağını hesaplamak istiyor. Ona yardımcı olabilir misiniz?

*Osman Gündoğdu ve Samet Demir'in "Atık Kağıt Problemi" isimli etkinliğinden uyarlanmıştır.

Kağıttan Uçak Yapma Problemi

Sınıf seviyesi: İlkokul 3. ve 4. Sınıf

Öğrenme alanı: Zaman ölçme, uzunluk ölçme, oran-orantı



Kâğıt uçak aslında yapımı çok kolay olan en basit oyuncaktır. Genellikle bir oyun olarak düşünülmez bile. Bir can sıkıntısı anında akla gelir, yapılır, uçurulur ve hemen unutulur. Evet, kâğıt uçak yapımı özel bir yetenek gerektirmez ama biliriz ki kimilerinin yaptığı uçaklar daha iyi uçar. Bunun aslında basit bir nedeni vardır: Planlı ve özenli bir çalışma. Çok sayıda değişik kâğıt uçak modeli yapan, onları uçurup, uçuşlarını dikkatlice gözleyen ve sonuçlarını kaydedenler, zamanla çok daha iyi kâğıt uçaklar yapmaya başlarlar. Bu yıl ki kâğıttan uçak yapma yarışması 23 Nisan tarihinde okulumuzda yapılacaktır. Yarışmada üç ödül verilecektir. Bir ödül uçağı havada en uzun süre kalana, diğer ödül uçağı doğrusal olarak en uzun mesafeyi alana ve son ödül ise kriterleri sizler tarafından belirlenecek olan genel bir galibe verilecektir.

Şimdi sizden aşağıda bilgileri verilen gruplar arasından yarışmada her üç kategoride de kazanan grubu belirlemeniz isteniyor. Belirlerken izlediğiniz yolları yarışma jürisine yazarak açıklayınız.

TAKIMLAR	Uçuş sayısı	Havada kalış süresi (saniye)	Aldığı mesafe (metre)
A Takımı	1	2	1
	2	2	12
	3	(X)	(X)
B Takımı	1	3	12
	2	1	7
	3	1	8
C Takımı	1	1	9
	2	3	11
	3	2	1
D Takımı	1	3	2
	2	(X)	(X)
	3	1	8
E Takımı	1	2	9
	2	1	(X)
	3	2	3
F Takımı	1	1	9
	2	2	11
	3	(X)	(X)

(X) işareti herhangi bir yol almadığı ve havada kalmadığı anlamındadır.

*Şahin (2014)'ün aynı isimli etkinliğinden uyarlanmıştır.

Halat Çekme Yarışması**Sınıf seviyesi:** İlkokul 2., 3. ve 4. Sınıf**Öğrenme alanı:** Doğal sayılarda işlemler, veri analizi

Gemilerde çalışan insanlara hiç dikkat ettiniz mi? Eğer fark etmediyseniz size biraz bilgi verelim. Gemilerde mürettebatın özellikle vücudunun üst kısmının ve kollarının çok güçlü olması aranan ilk özelliklerdendir. Bunun sebebi ise yelken açarken ve yelkeni hizalarken halatı güçlü şekilde tutabilmesi gereklidir. Denizcilerin boş zamanlarında da gemide halat çekme yarışları yaptıkları da bilinmektedir. Denizcilerden yola çıkarak 23 Nisan çocuk bayramında okullarda uygulanmak üzere halat çekme yarışması yapmayı düşünüyoruz.



Kişiler	Ağırlıkları (kg)	Düzenli yaptıkları spor
Arda	65	Tenis
Beren	56	Koşu
Ceren	52	X
Duygu	48	X
Akif	59	X
Selim	86	Yüzme
Bahadır	67	Yüzme
Eren	92	Koşu
Elif	89	Koşu
Ayşe	65	X
Çağlar	78	Yüzme
Melek	59	X

Şimdi sizden yukarıda verilen 12 kişiden eşit güçte iki takım oluşturunuz. Bu takımları oluştururken nelere dikkat ettiniz açıklayınız.

*Şahin (2014)'in aynı isimli etkinliğinden uyarlanmıştır.

Müzik Kursu Etkinliği**Sınıf seviyesi:** İlkokul 3. ve 4. Sınıf, Ortaokul 5. ve 6. Sınıf**Öğrenme alanı:** Sayılar ve işlemler, veri analizi, zaman ölçme

Sevgili Öğrenciler,

Melodi müzik kursu olarak bulunduğumuz şehirde müzikal enstrüman eğitimi vermekteyiz. Kursumuza ilk kez gelen öğrenciler genellikle bizlere kaç dakikalık dersler almaları gerektiğini danışırlar. Biz danışan öğrencilerimize kursumuzda genel olarak 30 dakikalık dersleri öneririz. Bizler kursumuza olan yoğun talepten memnunuz. Bu yoğun ilgiden dolayı öğrencilere bir takım paket ders programları önermekteyiz. Bu paket programlardaki ders günleri, iki ve üç günlük dersler şeklinde değişmektedir. Bu derslerin ücretleri dersin süresine, programa katılan öğrenci sayısına, ders günlerine, eğitmenin işteki tecrübe süresine (müzikal enstrüman eğitimini verdiği toplam yıl) göre değişiklik göstermektedir.

Kursumuza kayda gelen öğrencilerin velileri, bu paketlerin ücretlerini sorarak hangi ders paketin kendileri için en uygun olduğuna karar vermeye çalışmaktadır. Veliler çocuklarının en iyi şekilde eğitim alması konusunda titiz davranırken aynı zamanda bu eğitimi en az ücret vererek tamamlamalarını istiyorlar. Kursumuzda kişi başı ders ücretleri 30,45 ve 60 dakikalık dersler olarak değişiklik göstermektedir. Aşağıdaki tabloda ders günleri, derse ayrılan zaman, ders başlama saatleri, dersleri veren öğretmenlerin tecrübeleri ve grup öğrenci sayıları sunulmuştur.

	Ders günleri	Gruptaki öğrenci sayısı	Ders başlama saati	Ders bitiş saati	Eğitmenlerin iş tecrübeleri
Ders Paketi -A-	Pazartesi Çarşamba Cuma	3	15.45	16.15	12 yıl
Ders Paketi -B-	Salı Çarşamba Perşembe	1	15.30	16.00	3 yıl
Ders Paketi -C-	Pazartesi Cuma	1	16.15	17.15	15 yıl
Ders Paketi -D-	Salı Perşembe	3	16.30	17.15	5 yıl
Ders Paketi -E-	Pazartesi Çarşamba Cuma	3	17.45	18.45	10 yıl
Ders Paketi -F-	Cumartesi Pazar	4	14.00	15.45	10 yıl

30 dakikalık dersler: 140 TL

45 dakikalık dersler: 150 TL

60 dakikalık dersler: 170 TL

Sizlerden velilere paket programlarda seçim yapmaları için yardımcı olmanız gerekmektedir. Paket programlarını seçebilmek için bir sıralama yöntemi geliştirmenizi istiyoruz. Bu sıralama yöntemi ile veliler kendi isteklerine göre hangi paket ders programını seçmeleri gerektiğine kolaylıkla karar verebileceklerdir. Bu sıralamalar sırasın- da bir yöntem geliştireceksiniz. Matematiksel işlemler yapacaksınız. Yaptığınız sıralamayı veya gruplandırmayı neden bu şekilde yaptığınızı detaylı bir şekilde yazılı olarak açıklamayı unutmayın!

Şimdiden teşekkürler, Melodi Müzik Kursu Müdürü Suat Ceyhan

*Şahin (2019)'in aynı isimli etkinliğinden uyarlanmıştır.

Üretim ve İhracat**Sınıf seviyesi:** Ortaokul 7. Sınıf**Öğrenme alanı:** Sosyal Bilgiler Dersi, finansal okur-yazarlık**Yönerge**

Değerli öğrenciler, ders sürecinde şunlara dikkat etmelisiniz: Her öğrenci kendi grubu içerisinde çalışmasını yapacaktır. Grup üyeleri öncelikle konu ile ilgili verilen yardımcı kavramları okuyacak ve böylelikle kavramlarla ilgili ön bilgiye sahip olacaktır. Etkinlik soruları grup içerisinde herkesin görüşü alınarak verilecek ortak karar ile cevaplandırılacak. Her grup kendi içinde bir sözcü belirleyecektir. Etkinlik sonunda her sözcü kendi grubunun vermiş olduğu cevapları nedenleri ile birlikte sunacaktır.

Bilgi Notu

Sanayi Devrimi: 18. ve 19. Yüzyılda sanayide makinelerin kullanılmasıyla gerçekleşen üretim faktörlerindeki değişim süreci ve bu süreçte ortaya çıkan sonuçlar Sanayi Devrimi olarak adlandırılmaktadır. Sanayi devrimiyle sosyal ve ekonomik sonuçlar ortaya çıkmıştır.

Sosyal Sonuçlar: Fabrikaların kurulmasıyla işçi sınıfı ortaya çıktı. İşçi hakları ile ilgili sendikalar kuruldu. İnsanların refah düzeyi gelişti. Tıp alanındaki gelişmeler ile ölüm oranı azaldı. Nüfus artışı yaşandı. Sömürgecilik anlayışı ortaya çıktı ve yayıldı. Bilim ve teknolojiye gelişmeler hızlandı. Çevre sorunları ortaya çıktı. Şehirlere göç başladı ve şehirler büyümeye başladı.

Ekonomik Sonuçlar: Üretimde makineler kullanılmaya başlanmıştır. Evdeki küçük atölyeler kapanmaya, fabrikalar açılmaya başladı. Üretim süreci gelişmiştir ve hızlanmıştır. Üretilen ürünlerin maliyeti düşmüş ve ürünler ucuzlamıştır. Üretilen ürünler arttıkça sermaye hızla arttı. Ulaşım olanakları gelişmiştir. Ulaşımında makinelerin kullanılmasıyla ulaşım hızlanmış ve kolaylaşmıştır. İnsan gücü yerine makine gücü kullanılmaya başlandı.

Yardımcı Kavramlar

Finans: İhtiyaç duyulan fonların uygun şartlarda sağlanması ve etkin bir şekilde kullanılmasıyla ilgili faaliyetlerdir. Kişilerin veya kurumların maddi gelir elde etmeleri, yatırım yapmaları ve zaman içinde bu yatırımları değerlendirmeleridir. **İnovasyon:** Bilim ve teknolojinin, ekonomik ve toplumsal yarar sağlayacak şekilde, üretim-dağıtım-tüketim süreçlerine yenilikler kazandırmasıdır.

Kredi: İhtiyaç sahiplerine belli bir süreliğine, düzenlenmiş ödeme şekilleri ile verilen ve karşılığında ücretlere tabi tutulan bir borç alıp verme sistemidir.

Faiz: Banka ve benzeri bir yere ya da bir kimseye belli bir süre işletilmek üzere ödünç verilen paranın kullanımına karşılık olarak alınan kâr.

İthalat: Yurtdışında üretilen ürünlerin satın alınmasıdır. Diğer bir ifade ile dışalım. **İhracat:** Ülkede üretilen ürünlerin yabancı ülkelere satılmasıdır. Diğer bir ifade ile dışsatım.

Üretim: Üretim faktörlerinin (kaynaklarının) bir araya getirilmesi suretiyle insanların ihtiyaç duyduğu mal ve hizmetlerin oluşturulması faaliyetidir.

Maliyet: Herhangi bir ürünün üretiminde harcanan para, işgücü vb. değerlerin toplamı.

Vade: Bir borcun ödenmesi ya da bir işin yapılması için verilen ya da gereken süre.

İnan Bey çalışmaya yeni başladığı şirkette büyük bir heyecanla iş başı yaptı. Çalışmaya başladığı şirket tekstil ürünleri üretip ihraç eden bölgenin önemli kuruluşlarından. İnan Bey çalışmaya başladığı şirkette üretimden sorumlu müdür olarak görevlendirildi. Patron kendisinden beklentisinin "düşen üretim verimliliğini tekrardan yükseltmesi" olduğunu belirtmişti. Üretim verimliliğinin yükseltilmesinde inovasyonun çok büyük önem arz ettiğini bilen İnan Bey fabrikanın üretim kapasitesini görebilmek için üretimi gerçekleştiren ürünlerin sayılarının belirtildiği çizelgeleri incelemeye başlamıştır.

	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Üretilen ürün sayısı (adet/günlük)	2500	3000	3500	4000	4000	4000

Üretim sürecinde bir sıkıntının olduğu belli oluyordu. İnan Bey hemen üretim sürecinde kullanabilecekleri yeni makinelerin kapasiteleri ve fiyatları ile ilgili bir araştırma yapmaya karar verdi. Çünkü yeni teknolojinin kullanıldığı makinelerin üretim sürecini hızlandıracağını ve fabrikanın daha kısa sürede daha çok ürün üretebilecek kabiliyete geleceğini tahmin edebiliyordu. Sipariş sayısı artmakta ama ürün üretim hızında yeterli değişim olmamaktadır. Alınan siparişleri zamanında karşılayabilmek için üretim sürecini hızlandırması gerekmektedir. Yardımcısından ve ekibinden, sektörleriyle alakalı geliştirilen yeni makinelerin kapasiteleri, fiyatları ve makineleri alabilmek için gerekli kaynağın oluşturulabilmesi için kredi-faiz oranları ile ilgili ayrıntılı bilgi toplamaları talimatını verdi. Ekibinin hazırladığı rapora göre şu bilgiler elde edilmiştir;

Makineler	Üretilen ürün sayısı (adet/günlük)	Makine fiyatı
A Makine	7000	70.000
B Makine	8000	80.000
C Makine	8500	85.000
D Makine	9000	90.000
E Makine*	9000	95.000
*Bu firma eski makineyi 10.000 liraya satın almayı ve satış fiyatından düşmeyi kabul etmektedir.		

Banka	Vade	Taksit	Vade	Taksit	Kesinti
X Bankası	60 ay	2.000 TL	120 ay	1.000 TL	1.000 TL
Y Bankası	60 ay	2.100 TL	120 ay	1.050 TL	Yok
Z Bankası	60 ay	1.950 TL	120 ay	950 TL	Yok
Q Bankası	60 ay	1.900 TL	120 ay	950 TL	3.000 TL
- Tablo 100.000 liralık kredi miktarına göre hazırlanmıştır.					
- Kesinti tutarı müşteriden tahsil edilecektir.					

Bilgilendirme toplantısından sonra patronla görüşmesi ve bu görüşmede yapılacak yatırımın inovatif, verimli ve ekonomik olabilmesi için bilgi vermesi gereken İnan Bey'e yardımcı olunuz?

- 1- Üretim verimliliği ve maliyet açısından İnan Bey'in patrona hangi makineyi önermesi gerekmektedir? Neden?
- 2- Hangi banka ile kredi anlaşması yapılırsa finansal açıdan daha tasarruflı bir antlaşma yapılmış olur? Neden? (Diğer faktörler sabit tutulduğunda.)
- 3- Teknoloji kullanımının üretim sürecine (önceki üretim kapasitesine göre) nasıl bir katkısı olacaktır?
- 4- Teknoloji kullanımının şirketin finansal yapısına nasıl bir katkısı olacağı düşünülebilir? Neden?
- 5- Sanayi İnkılabının sonuçları düşünüldüğünde tekstil şirketinde teknoloji kullanımının ne gibi sosyal ve ekonomik sonuçları oluşabilir?

***Sosyal Bilgiler Dersinde Matematiksel Modelleme Etkinlikleriyle Finansal Okuryazarlık Becerisinin Geliştirilmesi" adlı doktora tezinden alınmıştır..

EK-4. Etik Kurul Kararı



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü
Eğitim Bilimleri Birim Etik Kurulu

Sayı : E-56785782-050.02.04-2300022530
Konu : Etik Kurul Kararı (Prof.Dr. Alper
ÇİLTAŞ, Emre AKKAYA 01/11)

25.01.2023

DAĞITIM YERLERİNE

İlgi : 28.12.2022 tarihli ve E-27014068222-2200435342 sayılı belge.

Danışmanlığını Prof.Dr. Alper ÇİLTAŞ'ın yürüttüğü doktora öğrencisi Emre AKKAYA ile hazırladıkları "Matematiksel Modelleme Dersi Öğretim Programı Tasarısı Geliştirilmesi ve Değerlendirilmesi" isimli BAP projesi kapsamında yapılacak çalışması ile ilgili, Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulu Eğitim Bilimleri Birim Etik Kurulu'nun 16.01.2023 tarih ve 01/11 sayılı kararı ektedir.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof.Dr. Muhsine BÖREKÇİ
Kurul Başkanı

Ek : Etik Kurulu Kararı (01-11)

Dağıtım:

Gereği:
Sayın Prof.Dr. Alper ÇİLTAŞ

Bilgi:
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim
Dalı Başkanlığına
Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurul
Başkanlığına

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Doğrulama Kodu: f47ce505-4ec7-4cfe-b8b1-7070e0600c3c
Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü
25240 Erzurum
Tel: +90 442 2315630
Elektronik Ağ: <http://www.atauni.edu.tr/#/birim=egitim-bilimleri-enstitusu>
Kep Adresi: atauni@hs01.kep.tr

Doğrulama Adresi: <https://www.turkiye.gov.tr/ataunik-universitesi-ebys>
Bilgi: Ayşe Demet BINDESEN TOKSOY
Faks: +90 442 2315883
E-Posta: egitbil@atauni.edu.tr



ÖZ GEÇMİŞ

Adı Soyadı: Emre Akkaya

Doğum Yeri ve Yılı: Erzurum, 1987

E-posta: emreakkaya25@gmail.com

ORCID: :0009-0002-3390-2767

Eğitim Durumu:

Lisans: Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, Matematik Öğretmenliği, [2009]

Yüksek Lisans: Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik Eğitimi, [2018]

Çalışma Alanları: Matematik eğitimi, matematiksel modelleme

Yabancı Dil: İngilizce

İş Deneyimi: 2010 – (Devam ediyor). Milli Eğitim Bakanlığı- Matematik Öğretmenliği

Yayınlar:

Akkaya, E., & Çiltaş, A. (2025). Program development studies for undergraduate courses in Turkey: A systematic review. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 24(2), 52.

Akkaya, E. & Kırmacı, U. S. (2025). Küme destekli bireyselleştirme tekniğinin 7. sınıf öğrencilerinin çember ve daire konusunda başarı, kalıcılık ve tutumlarına etkisi. *Jass Studies-The Journal of Academic Social Science Studies*, 18(103), 145-168.

Güray, U. Ş., Akkaya, E., & Çiltaş, A. (2024, Ekim 3-5). Matematiksel modelleme eğitimi alan ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının beceri ve yetkinliklerindeki gelişimlerinin incelenmesi [Sözlü bildiri]. II. Uluslararası Dede Korkut Eğitim Araştırmaları Kongresi, Bayburt, Türkiye.