



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı

Matematik Eğitimi Programı

MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ CHATGPT İLE MODELLEME ETKİNLİĞİ
OLUŞTURMA SÜREÇLERİNİN İNCELENMESİ

Yağmur SOYDAŞ

Yüksek Lisans Tezi

Ankara, 2026

Liderlik, araştırma, inovasyon, kaliteli eğitim ve değişim ile

Daha ileriye... En İyiyeye...



Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı

Matematik Eğitimi Programı

MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ CHATGPT İLE MODELLEME ETKİNLİĞİ
OLUŞTURMA SÜREÇLERİNİN İNCELENMESİ

AN ANALYSIS OF PROSPECTIVE MATHEMATICS TEACHERS' PROCESSES OF
DESIGNING MODEL-ELICITING ACTIVITIES WITH CHATGPT

Yağmur SOYDAŞ

Yüksek Lisans Tezi

Ankara, 2026

Kabul ve Onay

Eğitim Bilimleri Enstitüsü M¼d¼rl¼đ¼ne,

Yağmur SOYDAŞ'ın hazırladığı “Matematik Öğretmen Adaylarının ChatGPT ile Modelleme Etkinliği Oluşturma Süreçlerinin İncelenmesi” başlıklı bu çalışma j¼rimiz tarafından **Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Matematik Eğitimi Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

J¼ri Başkanı Prof. Dr. Memet Kule İmza

J¼ri Üyesi (Danışman) Prof. Dr. şenol Dost İmza

J¼ri Üyesi Prof. Dr. Ayřeg¼l Altay Uğur İmza

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisans¼st¼ Eğitim, Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki j¼ri üyeleri tarafından 12 / 01 / 2026 tarihinde uygun gör¼lm¼ř ve Enstit¼ Yönetim Kurulunca / / tarihi itibarıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. İsmail Hakkı MİRİCİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü M¼d¼r¼

Öz

Bu tezde, matematik öğretmen adaylarının ChatGPT-4o kullanarak matematiksel modelleme etkinlikleri (MOE) oluşturma süreçleri ve bu süreçte yapay zekâyı pedagojik kararları doğrultusunda nasıl yönlendirdikleri incelenmiştir. Nitel araştırma yöntemlerinden bütüncül tek durum çalışması deseniyle yapılandırılan araştırmanın çalışma grubunu, ölçüt örnekleme yöntemiyle belirlenen altı matematik öğretmen adayı oluşturmuştur. Veriler, katılımcıların ChatGPT ile gerçekleştirdikleri etkileşim dokümanları ve uygulama sonrası yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerin ses kayıtları aracılığıyla toplanmıştır. Elde edilen veriler, Model Oluşturma Etkinliği prensipleri bağlamında içerik analizi yöntemiyle çözümlenmiştir. Araştırma bulguları, öğretmen adaylarının ChatGPT tarafından üretilen başlangıç taslaklarını eleştirel bir süzgeçten geçirerek MOE prensiplerine uygun hale getirmek için sistematik müdahalelerde bulduklarını göstermiştir. Katılımcıların tasarımlarında özellikle gerçeklik ve model oluşturma prensiplerine vurgu yaptıkları; ChatGPT'nin süreçte fikir ortağı, içerik düzenleyici, eleştirel yansıtma aracı ve kavramsal öğrenme destekleyicisi olarak çok boyutlu roller üstlendiği belirlenmiştir. Sonuç olarak, yapay zekâ destekli etkinlik tasarımı sürecinin öğretmen adaylarının pedagojik muhakeme becerilerini ve teknoloji entegrasyonu yeterliklerini geliştiren iteratif ve diyalojik bir süreç olduğu saptanmıştır. Öğretmen adaylarının yapay zekâdan yoğun destek almalarına rağmen nihai tasarım kararlarında pedagojik otonomilerini korudukları ve aracı bir düşünme partneri olarak konumlandıkları görülmüştür.

Anahtar sözcükler: Matematik Eğitimi, Matematiksel Modelleme, Model Oluşturma Etkinlikleri, Yapay Zekâ, ChatGPT, Öğretmen Adayları

Abstract

This thesis examines the processes of prospective mathematics teachers in designing model-eliciting activities (MEAs) using ChatGPT-4o and how they guide artificial intelligence in line with their pedagogical decisions. Structured with a holistic single case study design, one of the qualitative research methods, the study group consisted of six prospective mathematics teachers selected through criterion sampling at a state university. Data were collected through interaction documents of participants with ChatGPT and audio recordings of semi-structured interviews, followed by content analysis within the framework of MEA principles. Findings revealed that participants critically evaluated the initial drafts produced by ChatGPT—which were generally traditional or closed-ended—and performed systematic interventions to align them with MEA principles. Participants specifically emphasized the principles of reality and model construction in their designs, developing open-ended activities that support student autonomy by utilizing contemporary social contexts such as fertility rates, carbon footprint, and earthquakes. It was determined that ChatGPT served multidimensional roles as an idea partner, content editor, critical reflection tool, and conceptual learning supporter throughout the process. Consequently, the ChatGPT-supported MEA design process was identified as an iterative and dialogic journey that enhances the pedagogical reasoning skills and technology integration competencies of prospective teachers. Despite receiving intensive support from ChatGPT, prospective teachers maintained their pedagogical autonomy and positioned the AI as a "thinking partner".

Keywords: Mathematics Education, Mathematical Modeling, Model-Eliciting Activities (MEAs), Artificial Intelligence, ChatGPT, Prospective Teachers

Teşekkür

Bu çalışmanın düşünsel ve tarihsel zeminini mümkün kılan, Türkiye Cumhuriyeti'ni aklın ve bilimin rehberliğinde inşa eden; kadınlara eğitim hakkını bir lütuf değil, vazgeçilmez bir yurttaşlık hakkı olarak kazandıran Başöğretmen Mustafa Kemal Atatürk'e şükranla başlamak isterim. Onun eğitime, bilime ve kadınların toplumsal varlığına verdiği değer, bugün bu çalışmayı üretebilmemin temel koşuludur. Bu tez, Atatürk'ün akla, bilime ve eğitime verdiği değerın bir sonucu olarak kaleme alınabilmiştir.

Yüksek lisans eğitimim ve tez sürecim boyunca bilgi birikimi, akademik rehberliği ve eleştirel yaklaşımıyla yolumu aydınlatan; anlayışı, sabrı ve desteğiyle bu süreci benim için daha anlamlı kılan kıymetli danışmanım Prof. Dr. Şenol Dost'a en içten teşekkürlerimi sunarım. Akademik bakış açısının yanı sıra, insani duruşu ve yaklaşımıyla bana kattıkları bu çalışmanın ötesinde kalıcı bir değer taşımaktadır.

Tez jürimde yer alarak çalışmamı titizlikle inceleyen, yapıcı eleştiri ve önerileriyle tezin niteliğinin artmasına katkı sağlayan Prof. Dr. Ayşegül Altay Uğur ve Prof. Dr. Memet Kule'ye teşekkürlerimi sunarım.

Akademik yolculuğum boyunca her koşulda yanımda olan, desteğini ve inancını hiç eksik etmeyen sevgili annem Emine Soydaş'a, sevgili babam Mahmut Soydaş'a, sevgili abim Bora Soydaş'a ve beraberinde tüm aile üyelerine teşekkür ederim.

Lisansüstü eğitimimin en yoğun ve yorucu dönemlerinde sabrıyla yanımda olan, her düştüğümde beni motive ederek ayağa kaldıran, akademik yolculuğumun destekçisi, erkek arkadaşım Berk Türkoğlu'na; varlığıyla bana güç verdiği ve bu süreci benimle paylaştığı için teşekkür ederim.

İçindekiler

| | |
|--|-----|
| Kabul ve Onay | ii |
| Öz | iii |
| Abstract | iv |
| Teşekkür | v |
| Tablolar Dizini | ix |
| Simgeler ve Kısaltmalar Dizini | x |
| Bölüm 1 Giriş | 15 |
| Problem Durumu..... | 15 |
| Araştırmanın Amacı ve Önemi..... | 17 |
| Araştırma Problemi | 18 |
| Sayıtlılar..... | 19 |
| Sınırlılıklar..... | 19 |
| Tanımlar..... | 20 |
| Bölüm 2 Araştırmanın Kuramsal Temeli ve İlgili Araştırmalar..... | 22 |
| Yapay Zekâ Kavramı | 22 |
| Matematiksel Modelleme | 27 |
| İlgili Çalışmalar | 34 |
| Bölüm 3 Yöntem | 45 |
| Araştırmanın Türü..... | 45 |
| Çalışma Grubu..... | 46 |
| Veri Toplama Süreci | 47 |
| Veri Toplama Araçları | 50 |
| Verilerin Analizi | 51 |
| Araştırmanın Geçerliliği | 52 |
| Araştırmanın Güvenirliği | 53 |
| Bölüm 4 Bulgular, Yorumlar ve Tartışma | 55 |

| | |
|---|-----|
| Katılımcıların Etkinlik Dönüşüm Süreçleri..... | 55 |
| Model Oluşturma Etkinliği Prensipleri Çerçevesinde Katılımcı Süreçleri..... | 60 |
| ChatGPT'nin Kullanım Biçimleri ve Süreçteki Rolü | 75 |
| Bölüm 5 Sonuç ve Öneriler | 83 |
| Model Oluşturma Prensipleri Bağlamında ChatGPT ile Etkileşim | 83 |
| ChatGPT'nin Süreçteki Çok Boyutlu Rolü ve Katkıları | 85 |
| Sonuç..... | 86 |
| Öneriler | 87 |
| Gelecek Araştırmalar İçin Öneriler..... | 88 |
| Kaynaklar | 90 |
| EK-A: Öğretmen adayı 1'in ChatGPT ile ürettiği taslaklar | 101 |
| EK-A1: Öğretmen adayı 1'in ChatGPT ile ürettiği ilk taslak..... | 101 |
| EK-A2: Öğretmen adayı 1'in ChatGPT ile ürettiği son taslak | 102 |
| EK-B: Öğretmen adayı 2'nin ChatGPT ile ürettiği taslaklar | 103 |
| EK-B1: Öğretmen adayı 2'nin ChatGPT ile ürettiği ilk taslak..... | 103 |
| EK-B2: Öğretmen adayı 2'nin ChatGPT ile ürettiği son taslak | 104 |
| EK-C: Öğretmen adayı 3'ün ChatGPT ile ürettiği taslaklar | 106 |
| EK-C1: Öğretmen adayı 3'ün ChatGPT ile ürettiği ilk taslak | 106 |
| EK-C2: Öğretmen adayı 3'ün ChatGPT ile ürettiği son taslak..... | 107 |
| EK-Ç: Öğretmen adayı 4'ün ChatGPT ile ürettiği taslaklar | 109 |
| EK-Ç1: Öğretmen adayı 4'ün ChatGPT ile ürettiği ilk taslak | 109 |
| EK-Ç2: Öğretmen adayı 4'ün ChatGPT ile ürettiği son taslak..... | 110 |
| EK-D: Öğretmen adayı 5'in ChatGPT ile ürettiği taslaklar | 111 |
| EK-D1: Öğretmen adayı 5'in ChatGPT ile ürettiği ilk taslak | 111 |
| EK-D2: Öğretmen adayı 5'in ChatGPT ile ürettiği son taslak | 112 |
| EK-E: Öğretmen adayı 6'nın ChatGPT ile ürettiği taslaklar | 114 |
| EK-E1: Öğretmen adayı 6'nın ChatGPT ile ürettiği ilk taslak | 114 |

| | |
|--|-----|
| EK-E2: Öğretmen adayı 6'nın ChatGPT ile ürettiği son taslak | 115 |
| EK-F: Yarı Yapılandırılmış Görüşme Soruları | 116 |
| EK-G: Eğitim Bilimleri Enstitüsü Araştırma Etik Kurulu Onay Bildirimi..... | 117 |
| EK-H: Etik Beyanı | 118 |
| EK-I: Yüksek Lisans/Doktora Tez Çalışması Orijinallik Raporu | 119 |
| EK-İ: Thesis/Dissertation Originality Report..... | 120 |
| EK-J: Yayımlama ve Fikrî Mülkiyet Hakları Beyanı..... | 121 |

Tablolar Dizini

| | |
|------------------------------------|----|
| Tablo 1 <i>Örnek Kodlama</i> | 52 |
|------------------------------------|----|

Simgeler ve Kısaltmalar Dizini

MOE: Model Oluşturma Etkinliği

YZ: Yapay Zekâ

AI: Artificial Intelligence

UNESCO: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

Bölüm 1

Giriş

Bu başlık altında problem durumu, araştırmanın amacı ve önemi, araştırma problemi, alt problemler, sayıtlılar, sınırlılıklar ve tanımlara yer verilmektedir.

Problem Durumu

Matematik, tarih boyunca insanların gündelik yaşamlarındaki sorunları çözme ihtiyacından doğmuş ve zamanla çeşitli bilim dallarına temel oluşturan bir disiplin hâline gelmiştir (Urhan & Dost, 2016). Buna karşın, okul matematiğinin çoğu zaman öğrencilerin günlük yaşam deneyimlerinden kopuk, soyut ve işlem odaklı bir biçimde ele alınması, matematiksel bilginin anlamlandırılmasını güçleştirmektedir. (Baki, 2014). Matematik öğretiminin temel amaçlarından biri, öğrencilerin matematiksel bilgi ve becerilerini günlük yaşamda kullanabilmelerini sağlamak ve matematik ile diğer alanlar arasında anlamlı bağlantılar kurmaktır (Baki, 2014; Blum & Leiß, 2007). Özellikle, öğrencilerin matematiksel bilgilerinin etkin biçimde kullanabilmeleri için gerçek yaşam durumlarının derslere entegre edilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu noktada, matematik ile günlük yaşam arasındaki bağlantıyı kurmada matematiksel modelleme problemleri, öğrencilerin gerçek hayatla matematiksel düşünme arasında köprü oluşturmasını sağlar (Crouch & Haines, 2004). Matematiksel modelleme, öğrencilerin gerçek yaşam problemlerini derinlemesine anlamalarına, matematiksel yapılarla ifade edebilmelerine ve buldukları çözümleri gerçek yaşam bağlamında yorumlayabilmelerine imkân veren güçlü bir araçtır (Blum, 2002). Matematiksel modelleme problemlerinin öğretim sürecine dâhil edilmesi, öğrencilerin günlük yaşamda karşılaştıkları problemlere çözüm üretme ve analitik düşünme yeterliklerini geliştirmelerine, üst düzey bilişsel becerilerini desteklemenin yanı sıra problem çözme, akıl yürütme, iletişim kurma ve iş birliği yapma gibi sosyal becerilerini de geliştirmektedir (Dost, 2019).

Alanyazın, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrenmeye katkısını genel olarak kabul ettiklerini, ancak bu etkinlikleri sınıf ortamına taşımada çeşitli güçlükler yaşadıklarını ortaya koymaktadır (Ferri & Blum, 2013; Maaß, 2009). Bu güçlükler arasında sınav odaklı eğitim sistemi, yoğun öğretim programları, sınırlı zaman ve kaynak yetersizliği gibi etmenler öne çıkmaktadır (Urhan & Dost, 2016). Öte yandan matematiksel modelleme üzerine yapılan çalışmaların bir bölümünün kuramsal tartışmalara ve modelleme yaklaşımlarının sınıflandırılmasına odaklandığı (Kaiser & Sriraman, 2006)., uygulamaya yönelik ayrıntılı çözümlerinin ise daha sınırlı kaldığı görülmektedir. Buna karşın Yarkin (2022), Türkiye’de yayımlanan makale ve tezlerde kullanılan matematiksel modelleme problemlerini; benzer şekilde Urhan ve Dost (2018) ise MEB matematik ders kitabındaki etkinlikleri model oluşturma prensipleri (Lesh & Doerr, 2003) doğrultusunda analiz ederek modelleme etkinliklerinin yapısı ve niteliğine ilişkin önemli bulgular ortaya koymuştur.

Son yıllarda, eğitim alanında yaşanan dijital dönüşüm, öğretim süreçlerinde kullanılan araç ve yöntemleri önemli ölçüde etkilemiştir (Li & Manzari, 2025). Günümüzde, öğretmen adayları ve öğrenciler, karar verme ve etkinlik geliştirme süreçlerinde giderek daha fazla dijital araçlardan ve yapay zekâ temelli desteklerden yararlanmaktadır (Noster ve ark., 2024). Özellikle yapay zekâ uygulamaları, eğitimde kişiselleştirilmiş öğrenme fırsatları sunma, öğretim materyali geliştirme ve öğrenme süreçlerini destekleme potansiyeli ile dikkat çekmektedir (Kasneci ve ark., 2023; Lo, 2023). Bu kapsamda, OpenAI tarafından geliştirilen ChatGPT, doğal dil işleme becerisi sayesinde öğretmenler ve öğretmen adayları için yeni bir öğretim aracı olarak öne çıkmaktadır (Kasneci ve ark., 2023). ChatGPT, ders materyali oluşturma, problem çözme, açıklama üretme ve alternatif çözüm yolları sunma gibi işlevleriyle öğretim sürecinde kullanılabilecek yenilikçi bir araç niteliğindedir (Wardat ve ark., 2023). Son dönemde yapılan araştırmalar, ChatGPT’nin öğretmen adayları tarafından özellikle ders planı hazırlama (Dumlu ve ark., 2024), ilk kullanım deneyimleri (Tapan-Broutin, 2023) ve eğitimdeki potansiyel katkıları (Kaplan, 2024) bağlamında ele alındığını göstermektedir.

Bu çerçevede, matematiksel modelleme gibi pedagojik açıdan özel ve karmaşık içerik üretim süreçlerinde ChatGPT'nin kullanımı, öğretmen adaylarının yeterliklerini ve pedagojik kararlarını anlamak açısından alan yazında sınırlı sayıda çalışma bulunduğu (Dilling & Herrmann, 2024) ve bu nedenle daha kapsamlı araştırmalara ihtiyaç duyulduğu belirlenmiştir.

Bu tez çalışmasında, matematik öğretmen adaylarının ChatGPT-4o kullanarak matematiksel modelleme etkinliği oluşturma süreçlerini incelemektir. Çalışmada, öğretmen adaylarının oluşturdukları matematiksel modelleme problemleri, Model Oluşturma Etkinlikleri prensipleri çerçevesinde değerlendirilerek onların etkili bir modelleme etkinliği geliştirme sürecinde yapay zekâyı nasıl yönlendirdiklerini ortaya koymaktır.

Araştırmanın Amacı ve Önemi

Matematik eğitiminin temel hedeflerinden biri, öğrencilerin matematiksel kavramları günlük yaşam durumlarıyla ilişkilendirerek anlamlandırmalarını sağlamaktır (Kilpatrick, 2013). Bu doğrultuda matematiksel modelleme etkinlikleri, öğrencilerin matematik bilgisini gerçek dünya bağlamlarında kullanmalarına ve problem çözme becerilerini geliştirmelerine imkân tanıyan güçlü öğretim araçlarıdır (Zbiek & Conner, 2006). Ancak öğretmen adaylarının bu tür etkinlikleri yazma, oluşturma ve yapılandırma süreçlerinde çeşitli sorunlar yaşadığı, özellikle etkinliklerin pedagojik ve bilişsel açıdan dengeli tasarlanması, gerçek yaşamla ilişkilendirilmesi ve öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini destekleyecek şekilde yapılandırılması konularında güçlüklerle karşılaştıkları görülmektedir (Eraslan, 2011).

Son yıllarda yapay zekâ teknolojilerindeki gelişmeler, öğretmen adaylarının öğretim materyali geliştirme süreçlerine yeni olanaklar sunmuştur (Galiç ve ark. 2025). Özellikle ChatGPT gibi üretken yapay zekâ araçları, öğretmen adaylarının matematiksel içerik üretme ve problem oluşturma süreçlerinde önemli bir destekleyici olarak öne çıkmaktadır (Wardat ve ark., 2023). Mevcut çalışmaların büyük bölümü, ChatGPT'nin ders planı hazırlama veya öğretim tasarımı bağlamında kullanımına odaklanmakta; matematiksel modelleme gibi pedagojik açıdan özel içeriklerin üretimine ilişkin veri sunmamaktadır (Dumlu ve ark., 2024).

Özellikle, teknolojik araçlar ve yapay zekâ tabanlı uygulamaların öğretmen adaylarının matematiksel modelleme problemleri tasarlama süreçlerinde nasıl kullanılabileceğine dair oldukça sınırlı düzeyde çalışma bulunmaktadır; bu durum, söz konusu alanda yapılacak araştırmaların önemini ve gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Bu çalışma ile öğretmen adaylarının ChatGPT ile oluşturdukları modelleme etkinliklerinin MOE prensiplerine uygunluğu değerlendirilecek ve literatüre uygulamalı bir katkı sunulması hedeflenmektedir. Ayrıca, öğretmen adaylarının yapay zekâ ile etkileşim biçimleri ortaya konarak, gelecekteki öğretmen eğitim programlarına yönelik çıkarımlar sağlanması amaçlanmaktadır. Elde edilen bulgular, yapay zekâ destekli öğretmen eğitimi, içerik geliştirme süreçleri ve modelleme temelli öğretim tasarımları açısından politika yapıcılar, öğretim elemanları ve öğretmen adayları için yol gösterici olabilir.

Araştırma Problemi

Bu tez çalışması, öğretmen adaylarının ChatGPT'nin gelişmiş ve ücretli sürümü olan GPT-4'ü kullanarak matematiksel modelleme problemleri tasarlama süreçlerini ve bu süreçleri Model Oluşturma Etkinliği (MOE) prensipleri (Lesh ve Doerr, 2003) çerçevesinde değerlendirme süreçlerini incelemeyi amaçlamaktadır.

Tez çalışmasının araştırma problemi aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

Matematik öğretmen adaylarının ChatGPT desteğiyle model oluşturma etkinliği tasarlama süreçleri, model oluşturma etkinliği prensipleri açısından nasıl gerçekleşmektedir?

Alt Problemler

1. Matematik öğretmen adaylarının ChatGPT ile yürüttükleri etkileşimler, onların modelleme prensiplerine yönelik bilgi, farkındalık ve uygulama düzeylerini nasıl etkilemektedir?

2. Matematik öğretmen adaylarının ChatGPT tarafından üretilen içerikleri pedagojik uygunluk açısından değerlendirmeleri nasıldır?

Sayıtlılar

1. Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının, modelleme etkinliği tasarlama ve ChatGPT ile etkileşim süreçlerine ilişkin düşüncelerini samimi ve içtenlikle paylaştıkları varsayılmaktadır.
2. Katılımcıların Matematiksel Modelleme dersini başarıyla tamamlamış olmaları nedeniyle MOE prensiplerine ilişkin temel kuramsal bilgiye sahip oldukları kabul edilmektedir.
3. Katılımcıların ChatGPT kullanımında temel dijital yeterliklere sahip oldukları ve aracı araştırma amaçları doğrultusunda bilinçli biçimde kullandıkları varsayılmaktadır.
4. ChatGPT'nin sunduğu yanıtların, öğretmen adaylarının modelleme prensiplerini düşünme, açıklama ve uygulama biçimlerini destekleyebileceği öngörülmektedir.
5. Veri kaynakları olarak kullanılan ChatGPT etkileşim dokümanı, sesli düşünme protokolleri ve yarı yapılandırılmış görüşmelerin (EK-F), öğretmen adaylarının bilişsel süreçlerini yansıttığı kabul edilmektedir.
6. Araştırmacının veri toplama, analiz ve yorumlama süreçlerini, nitel araştırma ilkelerine uygun biçimde nesnel olarak yürüttüğü varsayılmaktadır.

Sınırlılıklar

1. Araştırma, 2024-2025 eğitim-öğretim yılında bir devlet üniversitesinin İlköğretim ve Ortaöğretim Matematik Öğretmenliği programlarında öğrenim gören 6 öğretmen adayı ile sınırlıdır. Bulgular yalnızca bu katılımcıların deneyimlerini yansıtmaktadır.

2. Katılımcıların öğretim programlarında yer alan Matematiksel Modelleme dersini tamamlamış olmaları sayılına dayanılarak, bulgular modelleme bilgisi ve deneyimi ile sınırlıdır. Bu durum, ChatGPT çıktısını değerlendirme ve pedagojik uygunluğu denetleme becerilerini etkileyebilir.
3. Araştırma, ChatGPT'nin belirli bir sürüm ve dönem boyunca ürettiği çıktılarla sınırlıdır. Farklı sürümler veya zamanlarda elde edilecek yanıtlar içerik ve derinlik açısından farklılık gösterebilir.

Tanımlar

Model Oluşturma Etkinliği (MOE): Lesh ve Doerr (2003) tarafından Model ve Modelleme Perspektifi (MMP) yaklaşımı çerçevesinde tanımlanan, rutin olmayan, açık uçlu ve karmaşık gerçek hayat durumlarını içeren problem çözme etkinlikleridir.

Model Oluşturma Etkinlikleri Prensipleri: Model ve Modelleme Perspektifi (MMP) yaklaşımında, Lesh, Hoover, Hole, Kelly ve Post (2012) tarafından belirlenen; Model Oluşturma Prensipleri, Gerçeklik Prensipleri, Öz Değerlendirme Prensipleri, Model Açığa Çıkarma (Belgeleme) Prensipleri, Model Genelleştirme Prensipleri ve Etkili Prototip Prensipleri, Model Oluşturma Etkinliklerinin etkililiğini sağlamayı amaçlar.

Yapay Zekâ (YZ): Muhakeme, öğrenme, uyum sağlama ve karar verme süreçleri gibi insana ait özelliklerin bilgisayarlar ve makineler tarafından taklit edilebildiği bir teknoloji olarak tanımlanmaktadır (McCarthy ve ark., 1955; Shubhendu & Vijay, 2013).

Üretken Yapay Zekâ: Belirli bir çıktı türünde (metin, görüntü, ses, video vb.) yeni ve orijinal içerikler üretebilen ve doğal dil işleyip insan benzeri yanıtlar sağlayabilen yapay zekâ teknolojileridir (Doshi & Hauser, 2024; Tapan & Broutin, 2023).

Büyük Dil Modelleri (LLM): Transformatör mimarisi üzerine inşa edilen ve büyük miktarda metin verisi üzerinde eğitilen üretken yapay zekâ modelleridir. Bu modeller, doğal dili işleyip anlamlandırarak insan benzeri dil üretir ve çeşitli soru veya istemlere anlamlı, tutarlı ve bağlama uygun yanıtlar oluşturur (OpenAI, 2024).

Yapay Zekâ Okuryazarlığı (AI Literacy): Eğitim ortamlarında öğretmenlerin ve öğrencilerin üretken yapay zekâ teknolojilerini sorumlu, etik ve etkili bir şekilde kullanabilmeleri için gerekli bilgi ve yeterlilikleri ifade eder (Kasneci ve ark., 2023; Lo, 2023).

Pedagojik Uygunluk: Üretken yapay zekâ tarafından üretilen içeriklerin öğrencinin gelişimsel ve bilişsel düzeyine uygun olmasını, dolayısıyla öğrencinin anlayışını ve öğrenmesini olumsuz etkileyecek içeriklerden kaçınılmasını ifade eder (Kolchenko, 2018).

Bölüm 2

Araştırmanın Kuramsal Temeli ve İlgili Araştırmalar

Bu bölümde araştırmanın dayandığı kuramsal çerçeve iki eksen üzerinden ele alınmaktadır: Yapay zekâ ve üretken yapay zekâ araçlarının eğitimde ve matematik eğitiminde kullanımı ile matematiksel modelleme ve bu çalışmanın temel kuramsal zemini olan Model ve Modelleme Perspektifi (MMP), Model Oluşturma Etkinlikleri (MOE) prensipleri. Bölümün sonunda ise tez problemine doğrudan bağlanan ilgili araştırmalar, araştırmanın boşluk ve katkısını görünür kılacak biçimde özetlenmektedir.

Yapay Zekâ Kavramı

Yapay zekâ (YZ), insan zekâsına özgü öğrenme, akıl yürütme, problem çözme, karar verme, örüntü tanıma ve çıkarım yapma gibi bilişsel süreçleri bilgisayar sistemleri aracılığıyla modellemeyi amaçlayan disiplinler arası bir bilim alanıdır (Urhan ve ark., 2024).

YZ'nin temel hedefi, insan düşünme biçimlerinin algoritmik karşılıklarını oluşturarak makinelerin karmaşık görevleri otonom biçimde gerçekleştirmesini sağlamaktır. Alan Turing'in (1950) ortaya koyduğu "Makineler düşünebilir mi?" sorusu ve makinenin insan benzeri düşünme becerisini değerlendirmeye yönelik önerdiği Turing Testi, YZ'nin felsefi ve bilimsel temelini oluşturmuştur.

Yapay zekâ terimi ise 1956 Dartmouth Konferansı'nda bilimsel bir araştırma alanı (John McCarthy ve ark., 1955) olarak tanımlanmıştır. Bu tarihten itibaren YZ; uzman sistemlerden makine öğrenmesine, derin öğrenmeden üretken modellere kadar genişleyen bir gelişim süreci yaşamıştır (Yılmaz & Yılmaz, 2023).

YZ türleri literatürde genellikle dar yapay zekâ, genel yapay zekâ ve üretken yapay zekâ olarak sınıflandırılmaktadır (Poole ve Mackworth, 2010). Buna göre, dar yapay zekâyı belirli görevleri yerine getirmek için tasarlanmış sistemler olarak tanımlar; yazım denetimi, yüz tanıma veya öneri sistemleri bu gruba örnektir. Genel yapay zekâ ise çok yönlü düşünme, bağlamlar arası transfer ve insan benzeri bilişsel kapasiteye sahip olmayı hedefleyen, henüz

teorik düzeyde tartışılan bir yapıdır. Üretken yapay zekâ ise, verilerden öğrenerek yeni ve özgün içerikler üretebilme kapasitesi ile diğer türlerden ayrılır.

Üretken Yapay Zekâ (Generative AI)

Üretken yapay zekâ (Generative AI), verilerden öğrenerek yeni ve özgün içerikler üretebilen ileri düzey algoritmik sistemlerdir. Bu sistemler, yalnızca mevcut veriyi analiz etmekle kalmaz; metin, görsel, ses, kod veya karma yapısal içerikler gibi yaratıcı çıktılar oluşturabilir (Sánchez ve ark., 2023). Büyük veri kümelerindeki örüntüleri derin öğrenme yöntemleriyle öğrenen üretken yapay zekâ, insan benzeri içerik üretme yeteneği sayesinde diğer yapay zekâ türlerinden ayrılır.

OpenAI tarafından geliştirilen ChatGPT, üretken yapay zekânın en bilinen örneklerinden biridir (Brown ve ark., 2020). Bu tür sistemlerin temelini oluşturan büyük dil modelleri (LLM'ler), Kasneci ve arkadaşlarının (2023) belirttiği gibi insan benzeri dil üretme, problem çözme, analiz yapma ve çıkarım oluşturma gibi bilişsel süreçleri simüle edebilir.

Üretken yapay zekâ sistemleri günümüzde birçok alanda dönüşümsel etkiler yaratmaktadır (Gandolfi, 2024). Hukukta mevzuat taraması ve dava analizleri, sağlıkta raporlama ve karar destek süreçleri, finans ve işletmede risk analizi ve rapor üretimi gibi işlemler üretken YZ ile daha hızlı ve verimli hâle gelmiştir. Tasarım, sanat ve edebiyat gibi yaratıcı alanlarda yeni görsel ve metinsel içerikler üretme kapasitesi, mimarlık ve mühendislikte teknik çizim ve modelleme süreçlerinde sunduğu otomasyon ise dikkat çekmektedir. Bunun yanında medya, iletişim ve dijital içerik üretimi gibi birçok sektörde üretken YZ, içerik taslağı oluşturma ve veri analizi süreçlerinde yoğun biçimde kullanılmaktadır. Bu geniş kullanım alanı, üretken yapay zekânın eğitim de dâhil olmak üzere pek çok disiplin için önemli bir dönüşüm potansiyeli taşıdığını göstermekte ve eğitimde yapay zekâyâ yönelik tartışmalara zemin hazırlamaktadır (Kasneci ve ark., 2023).

Bununla birlikte üretken yapay zekânın sunduğu bu geniş kullanım yelpazesi, beraberinde çeşitli riskleri ve sınırlılıkları da gündeme getirmektedir (Sánchez-Ruiz ve ark.,

2023). YZ sistemlerinin zaman zaman bağlama uygun olmayan veya uydurma bilgiler üretme eğilimi (hallucination), kritik karar alma süreçlerinde dikkatli bir doğrulama gerektirmektedir. Ayrıca içerik üretiminde ortaya çıkan benzeşme, yaratıcı çeşitliliği sınırlayabilir ve özgün üretim süreçlerini etkileyebilir (Doshi & Hauser, 2024). Bu yönleriyle üretken yapay zekâ, geniş fırsatlar sunan ancak dikkatli ve etik bir yaklaşım gerektiren güçlü bir teknolojik dönüşüm alanıdır (Yoon ve ark., 2024).

Eğitimde Yapay Zekâ ve Pedagojik Dönüşüm

Yapay zekâ teknolojilerinin hızla gelişmesi, eğitim alanında köklü bir paradigma değişimini beraberinde getirmiş ve öğretim süreçlerinin yapısını yeniden şekillendiren önemli bir dönüşüm yaratmıştır (Canonigo, 2024). Eğitimde YZ'nin kullanımı, öğretmen merkezli modellerden öğrenci merkezli, uyarlanabilir, etkileşimli ve veri temelli öğrenme ortamlarına geçişi hızlandırmıştır (Torres-Pena ve ark., 2024). Bu bağlamda YZ yalnızca bir dijital araç değil, öğrenmenin doğasını ve pedagojik ilişkileri değiştiren dönüştürücü bir unsurdur (Li & Manzari, 2025).

Öğretmen ve öğrenci rolleri bu yeni öğrenme ekosisteminde yeniden tanımlanmaktadır. Öğretmen, bilgi aktarıcısı olmaktan çıkarak öğrencinin öğrenmesini kolaylaştıran bir rehber, doğruluk kontrolü yapan bir değerlendirici, öğrencilerin YZ araçlarıyla etkileşimlerini yönlendiren bir mentör ve etik kullanım konusunda bilinç oluşturan bir lider konumuna gelmektedir. Öte yandan öğrenciler ise pasif bilgi tüketicileri olmaktan çıkıp, YZ destekli ortamlar sayesinde bilgi üreten, test eden, sorgulayan ve eleştiren aktif öğrenenlere dönüşmektedir (Gouia-Zarrad & Gunn, 2024). Bu süreçte öğrenciler, YZ tarafından sağlanan geri bildirimleri değerlendirerek kendi öğrenmelerini yapılandırmakta ve daha üst düzey düşünme becerileri geliştirme fırsatı bulmaktadır. Bu dönüşüm, özellikle öğretmen adaylarının öğretim materyali geliştirme ve etkinlik tasarlama süreçlerinde yapay zekâ araçlarını nasıl konumlandıklarını anlamayı gerekli kılmaktadır.

Kişiselleştirilmiş öğrenme, YZ'nin eğitimde sunduğu en önemli katkılardan biridir (Canonigo, 2024). Akıllı öğretim sistemleri öğrencilerin performans verilerini analiz ederek onların bireysel ihtiyaçlarına uygun içerik önerileri sunmakta, öğrenme hızına göre uyarlanabilir öğrenme yolları oluşturmaktadır (Luckin ve ark., 2016). Bu tür sistemler, öğrenmenin niteliğini artırırken farklı öğrenme stillerine sahip öğrenciler için fırsat eşitliği sağlamaktadır (Torres-Pena ve ark., 2024). Ayrıca YZ'nin büyük veri analizi yapabilme kapasitesi, öğretmenlerin öğrencilerin güçlü ve zayıf yönlerini daha hızlı ve doğru biçimde belirlemesini sağlayarak öğretim tasarımını iyileştirmektedir.

Eğitimde YZ kullanımının etik, güvenlik ve doğruluk boyutları da giderek önem kazanmaktadır. YZ okuryazarlığı yalnızca araç kullanım becerisini değil, aynı zamanda bu sistemlerin önyargı potansiyellerini, veri güvenliği risklerini, algoritmik şeffaflık sorunlarını ve doğrulama süreçlerini sorgulayabilme becerisini içerir (Long & Magerko, 2020). UNESCO (2023), yapay zekânın eğitimde adil, şeffaf, insan merkezli ve etik bir çerçevede kullanılmasının küresel bir gereklilik olduğunu vurgulamaktadır. Bu nedenle eğitimcilerin hem pedagojik hem etik açıdan güçlü bir yönlendirme yapmaları, YZ'nin nitelikli kullanımının temel koşullarından biridir (Yoon ve ark., 2024).

Matematik Eğitiminde Yapay Zekâ ve ChatGPT

Matematik eğitimi, soyutlama, analiz, muhakeme ve problem çözme gibi karmaşık bilişsel süreçlere dayanır ve bu yönüyle yapay zekâdan doğrudan fayda sağlayabilecek bir alandır (Schorcht ve ark., 2024). ChatGPT gibi büyük dil modelleri, öğrencilerin matematiksel kavramları anlamalarına (Egara & Mosimege, 2024), çözüm süreçlerini yapılandırmalarına ve düşünme biçimlerini görünür kılmalarına yardımcı olan güçlü pedagojik araçlardır. Wardat ve arkadaşları (2023), ChatGPT'nin matematik öğrenen öğrencilerin hem bilişsel hem duyuşsal gelişimlerine katkı sağladığını, özellikle kavramsal anlama ve motivasyon gibi alanlarda olumlu etkiler yarattığını belirtmektedir.

Son yıllarda geliştirilen üretken yapay zekâ araçları, matematik eğitiminde kavramsal anlama, problem çözme ve açıklama üretme süreçlerinde yeni olanaklar sunmaktadır. Bu

araçlar arasında yer alan ChatGPT, doğal dil işleme yeteneği sayesinde matematiksel kavramları sözel olarak açıklayabilmekte, farklı çözüm yolları önerebilmekte ve kullanıcılarla etkileşimli bir biçimde geri bildirim sunabilmektedir. Bu özellikleriyle ChatGPT, matematik öğrenen bireylerin düşünme süreçlerini dışsallaştırmalarına ve kendi akıl yürütmelerini sorgulamalarına olanak tanıyan bir öğrenme desteği olarak değerlendirilmektedir.

Problem çözme ve matematiksel muhakeme açısından, Karabıyık (2024), ChatGPT'nin öğrencilere farklı çözüm yolları sunarak stratejik çeşitlilik sağladığını ve çözümlerin doğruluk ve tutarlılık açısından değerlendirilmesine imkân tanıdığını ifade etmektedir. ChatGPT'nin sunduğu adım adım açıklamalar ve örnekler, öğrencilerin matematiksel dili daha doğru kullanmalarını ve kavramlar arasındaki ilişkileri daha açık biçimde görmelerini destekleyebilmektedir (Yılmaz & Yılmaz, 2023). Ayrıca öğrencilerin, yapay zekâ tarafından sunulan çözümleri değerlendirme (Urhan ve ark., 2024) ve doğrulama sürecine dâhil olması, eleştirel düşünme ve üst bilişsel farkındalık açısından önemli bir öğrenme fırsatı sunmaktadır.

Duyuşsal açıdan bakıldığında ise ChatGPT'nin anlık geri bildirim ve adım adım yönlendirme sağlaması, öğrencilerin matematik kaygısını azaltmakta ve öğrenmeye yönelik motivasyonlarını artırmaktadır (Egara & Mosimege, 2024). Wardat ve ark. (2023), öğrencilerin YZ destekli ortamlarda daha fazla deneme yaptığını ve hata yapmaktan çekinmediğini, bunun da daha derin öğrenmeyi desteklediğini vurgulamaktadır.

Matematiksel Modelleme Sürecinde ChatGPT'nin Rolü

Matematiksel modelleme, gerçek yaşam durumlarının matematiksel yapılara dönüştürülmesi, çözümlerin yorumlanması, doğrulanması ve gerektiğinde yeniden yapılandırılması gibi döngüsel aşamaları içeren karmaşık bir süreçtir (Lingefjard, 2006). ChatGPT bu sürece "dijital bilişsel ortak" (Gouia-Zarrad & Gunn, 2024) olarak dâhil olabilir ve hem öğrencilerin hem öğretmen adaylarının modelleme becerilerinin gelişimine katkı sunabilir. ChatGPT'nin açıklayıcı ve gerekçelendirilmiş yanıtlar üretebilmesi, öğrencilerin düşünme

süreçlerini dışsallaştırmalarına yardımcı olur; böylece soyutlama, genelleme, varsayım kurma ve model oluşturma becerileri desteklenir (Udias ve ark., 2024).

Karabıyık (2024), öğretmen adaylarının modelleme etkinlikleri tasarlarken ChatGPT'den yararlandıklarında çözüm stratejilerini yeniden yapılandıklarını ve pedagojik kararlarını daha bilinçli hâle getirdiklerini belirtmektedir.

Diğer yandan ChatGPT'nin ürettiği açıklamaların tartışılması, doğrulanması ve gerektiğinde yeniden yapılandırılması öğrencilerin model doğrulama ve model iyileştirme becerilerini geliştirmektedir (Urhan ve ark., 2024). Urhan ve Dost (2024), bu süreçlerin öğrencilerin eleştirel değerlendirme yapmalarını sağladığını ve modelleme sürecinin niteliğini artırdığını göstermiştir.

Bununla birlikte modelleme süreçlerinde ChatGPT kullanımının sınırlılıkları da bulunmaktadır. Geometri ve görsel temsiller gerektiren durumlarda metne dayalı üretimin yetersiz kalması (Taani & Alabidi, 2024) ve bazı çıktılarının bağlama duyarsız veya yüzeysel olması, dikkat gerektiren sınırlılıklardandır. Kaplan (2024), öğretmen adaylarının YZ çıktılarının doğruluğunu sistemli biçimde test etmeleri gerektiğini, aksi hâlde yanlış modellerin öğrenme süreçlerini olumsuz etkileyebileceğini vurgulamaktadır. Bu nedenle ChatGPT modelleme süreçlerinde güçlü bir destek aracı olmakla birlikte, etkili kullanım için pedagojik rehberlik ve eleştirel doğrulama büyük önem taşımaktadır (Dilling & Herrmann, 2024).

Matematiksel Modelleme

Matematiksel modelleme, yalnızca bir problem çözme yaklaşımı değil, bireylerin gerçek yaşam durumlarını anlamlandırırken matematiksel düşünme biçimlerini nasıl yapılandıklarını ortaya koyan kapsamlı bir süreçtir (Reusser & Stebler, 1997). Bu nedenle, matematik eğitiminde modelleme üzerine yapılan araştırmaların temelinde kavramın tanımı ve öğrenme–öğretme bağlamındaki konumu yer almaktadır. Bu bölümde, matematiksel modelleme kavramı alan yazındaki temel tanım ve yaklaşımlar çerçevesinde ele alınmaktadır.

Matematiksel Modelleme Kavramı

Matematiksel modelleme, farklı disiplinlerde olduğu gibi matematik eğitiminde de karmaşık sistemleri anlamlandırmak, açıklamak ve öngörülerde bulunmak (Blomhøj, 2004) için kullanılan temel bir süreçtir. Haines ve Crouch (2007), matematiksel modellemeyi gerçek yaşam problemlerinin soyutlanıp matematiksel biçime dönüştürülmesi, çözümlenmesi ve ulaşılan çözümün doğruluğunun sınanmasıyla ilerleyen yinelenen bir süreç olarak tanımlar. Modelleme sürecinde öğrenciler, gerçek durumdan matematiksel temsillere (denklem, grafik, tablo vb.) geçer; ardından sonuçların anlamını gerçek bağlama geri taşıyarak çözümün geçerliliğini sınar ve gerekiyorsa modeli yeniden düzenler (Maaß, 2006).

Matematik eğitiminde modellemenin kullanımında iki temel yaklaşım öne çıkar (Julie & Mudaly, 2007) :

1. **Matematiksel modellemeyi öğrenme:** Bu yaklaşımda amaç, modelleme sürecini anlamak ve öğrencilerin modelleme yeterliklerini geliştirmektir. Öğrenciler, sürecin aşamalarını deneyimleyerek, kendi problem çözme stratejilerini geliştirir ve matematiksel düşünme becerilerini derinleştirir.
2. **Matematiksel modelleme ile öğrenme:** Burada modelleme, matematiksel kavramları öğretmek için bir araç olarak kullanılır. Öğrenciler, modelleme süreci boyunca kavramsal bilgilerini gerçek dünyadaki durumlarla ilişkilendirir ve soyut matematiksel bilgiyi anlamlı bağlamlarda kullanma becerisi kazanır.

Her iki yaklaşımda da modelleme, öğrencilerin matematiksel düşünme süreçlerini derinleştirir ve soyut bilgiyi anlamlı bağlamlarda kullanmalarını teşvik eder (Blum ve ark., 2007).

Matematiksel modelleme süreci genellikle doğrusal olmayan ve döngüsel bir yapıya sahiptir. Bu süreç, gerçek yaşam durumunun incelenmesi, durumun sadeleştirilmesi, uygun matematiksel modelin kurulması, çözümün elde edilmesi, sonuçların yorumlanması ve gerekirse modelin yeniden düzenlenmesi aşamalarını içerir (Erbaş ve ark., 2016). Böylece öğrenciler, yalnızca verilen bilgileri uygulayan pasif bireyler olmaktan çıkarak, kendi

varsayımlarını oluşturur, çözüm yollarını geliştirir ve modelin geçerliliğini aktif olarak test ederler. Bu yönüyle matematiksel modelleme, üretilen bilginin doğrulanması ve uygulanması sürecini içeren üretken ve derinlemesine bir öğrenme deneyimi sunar (Blomhøj & Jensen, 2003).

Matematik Eğitiminde Matematiksel Modellemenin Önemi

Matematiksel modelleme, matematiğin yalnızca kuramsal bir alan olmadığını aynı zamanda günlük yaşamla ve diğer disiplinlerle ilişkilendirilebilen bir öğrenme alanı olduğunu vurgular (Urhan ve Dost, 2016). Bu süreç, öğrencilerin kavramsal anlamalarını derinleştirmenin yanı sıra, analitik düşünme, akıl yürütme, iletişim ve iş birliği gibi 21. yüzyıl becerilerini de geliştirmelerine imkân sağlar (Kertil ve ark., 2016; Lesh, 2007; Galbraith ve ark., 2007). Doruk ve Umay (2010) ise modelleme problemlerinin, öğrencilerin günlük yaşam durumlarında matematiksel bilgilerini kullanma becerilerini güçlendirdiğini ve aynı zamanda tartışma ve iş birliği gibi sosyal etkileşimleri teşvik ederek zengin bir öğrenme ortamı oluşturduğunu göstermektedir.

Öğretmenler açısından matematiksel modelleme, öğrencilerin düşünme biçimlerini, varsayımlarını ve problem çözme stratejilerini yakından gözlemlene (Doerr, 2007) fırsatı sunar. Matematiksel modelleme süreci, geleneksel problem çözme yaklaşımlarının ötesine geçerek, öğrencilerin matematiksel kavramları derinlemesine anlamalarını sağlayan açık uçlu, esnek ve üretken bir öğrenme süreci (Zbiek & Conner, 2006) olarak öne çıkar. Bu süreç, öğrencilerin yalnızca doğru çözüme ulaşmalarını değil, aynı zamanda çözüm yollarını geliştirmelerini, varsayımlarını test etmelerini ve yaratıcı düşüncelerini destekler (Zawojewski ve ark., 2003).

Matematiksel modelleme etkinlikleri, geleneksel problem türlerine kıyasla öğrencilerin farklı çözüm yolları geliştirmelerine ve daha anlamlı öğrenmeler yaşamalarına olanak tanır (Erbaş ve ark., 2014). Geleneksel problemler çözme genellikle yapılandırılmış ve tek doğru

cevabı olan görevleri içerirken, modelleme öğrencilerin farklı stratejiler denemelerine, varsayımlar geliştirmelerine ve sürece aktif katılım göstermelerine imkân sağlar (Blomhøj & Jensen, 2003). Bu süreç, öğrencilerin yalnızca mevcut bilgiyi uygulamalarını değil, aynı zamanda yeni bilgileri üretmelerini, düzenlemelerini ve test etmelerini gerektirir (Ferri & Blum, 2010). Bu yönüyle matematiksel modelleme, öğrencilerin gerçek dünya ile matematik arasındaki bağı kurma ve kavramsal anlayışlarını derinleştirme becerilerini güçlendiren çok boyutlu bir öğrenme yaklaşımı olarak öne çıkar.

Matematiksel Modelleme Yaklaşımları

Eğitim bağlamında matematiksel modelleme, farklı biçimlerde yorumlanabilen çok boyutlu bir süreçtir (Lingefjard, 2006). Bazı araştırmacılar modellemeyi günlük yaşamla ilişkilendirme aracı olarak görürken, bazıları onu öğrenme, öğretme veya farkındalık geliştirme yönüyle ele almıştır. Bu çeşitlilik, modellemeye ilişkin farklı kuramsal yaklaşımların ortaya çıkmasına zemin hazırlamıştır. Erbaş ve ark. (2016) matematiksel modellemenin öğrencilerin matematiksel düşünme biçimlerini anlamalarını ve öğretim süreçlerini zenginleştirmelerini sağlayan etkili bir öğrenme yaklaşımı olduğunu vurgularken, Kertil ve ark. (2016) de modellemenin öğretim hedeflerine göre farklı amaçlar doğrultusunda kullanılabileceğini ve bu yönüyle hem öğrenme süreci hem de öğretim içeriği olarak değerlendirilebileceğini belirtmektedir.

Kaiser ve Sriraman (2006), literatürdeki çeşitliliğin, matematiksel modellemenin yalnızca bir yöntem olmadığını ve aynı zamanda matematik eğitiminin epistemolojik, pedagojik ve sosyo-kültürel boyutlarını kapsayan bütüncül bir yaklaşım sunduğunu göstermiş ve modellemeyi altı temel yaklaşım altında sınıflandırmışlardır:

1. **Gerçekçi (uygulamalı) modelleme:** Matematiğin gerçek yaşam problemlerine uygulanabilirliğini vurgular.
2. **Eğitimsel modelleme:** Modellemeyi öğretim hedeflerine ulaşmak için bir araç olarak kullanır.

3. **Model ve Modelleme (Bağlamsal modelleme):** Öğrencilerin kendi deneyimlerinden yola çıkarak kavramsal anlamayı güçlendirmelerini amaçlar.
4. **Sosyo-kritik modelleme:** Modellemenin toplumsal ve etik farkındalık geliştirmedeki rolüne dikkat çeker.
5. **Epistemolojik modelleme:** Matematiksel bilginin nasıl üretildiği ve yapılandırıldığıyla ilgilidir.
6. **Bilişsel modelleme:** Öğrencilerin modelleme sürecinde kullandıkları zihinsel stratejileri, varsayımları ve problem çözme biçimlerini analiz eder.

Bu yaklaşımlar, modellemenin yalnızca problem çözme süreciyle sınırlı kalmadığını, aynı zamanda öğrencilerin bilgi üretme, eleştirel düşünme ve matematiği sosyal bağlamlarda anlamlandırma becerilerini de geliştiren çok boyutlu bir süreç olduğunu göstermektedir.

Model Oluşturma Etkinlikleri

Lesh ve Doerr (2003) tarafından geliştirilen Model ve Modelleme Yaklaşımı (Model and Modeling Perspective – MMP), matematikte öğrenme, öğretme ve problem çözme süreçlerini açıklayan kapsamlı bir teorik çerçeve sunar. Bu yaklaşım, öğrencilerin yalnızca bilgiyi edinmelerini değil, kavramları deneyimleyerek, ilişkilendirerek ve anlamlandırarak öğrenmelerini sağlayan bir düşünme ve öğretim modeli olarak öne çıkar (Gravemeijer & Stephan, 2002). MMP'nin temel odağı, öğrencilerin model oluşturma süreci ve bu modellerin öğretimdeki işlevleridir; Lesh ve Doerr (2003), matematiksel modeli, sistemlerin davranışlarını açıklamak için kullanılan kavramsal sistemlerin dış temsili olarak tanımlar.

Gerçek yaşam bağlamlarını merkeze alan MMP, özellikle matematiksel modele vurgu yapar ve öğrencilerin matematiksel yeterliklerinin bu süreçte doğal olarak geliştiğini savunur (Blum ve ark., 2007). Bu nedenle MMP'de “matematiksel modelleme problemi” yerine Model Oluşturma Etkinliği (MOE) kavramı kullanılır. MOE'ler, gerçek yaşamdan esinlenen karmaşık problem durumları olup, öğrencilerin problemi çözmek için kavramsal araçlar geliştirmelerini

ve çözümlerini paylaşılabilir modeller biçiminde sunmalarını öngörür (Lesh & Zawojewski, 2007).

Lesh ve Doerr (2003) tarafından geliştirilen Model Oluşturma Etkinlikleri (MOE) çerçevesi, etkinliklerin hem pedagojik hem de bilişsel açıdan etkili olmasını sağlamak amacıyla belirli ilkeler doğrultusunda tasarlanmasını öngörür. Chamberlin ve Moon (2005) bu ilkeleri altı temel prensip altında tanımlamıştır: gerçeklik (reality), model oluşturma (model construction), öz değerlendirme (self-evaluation), model belgeleme (model documentation), model genelleştirme (model generalization) ve etkili prototip (effective prototype).

Model oluşturma ilkesi, bir probleme etkili yanıt verebilmek için bir model geliştirilmesini gerektirir; model, öğeler, öğeler arasındaki ilişkiler, etkileşimleri açıklayan işlemler ve kurallardan oluşan bir sistemdir. Bu ilke, öğrencilerin yaratıcı düşünme ve üst düzey bilişsel süreçlerini, özellikle sentez düzeyinde ortaya çıkarmayı amaçlar.

Gerçeklik ilkesi, problem durumlarının öğrencilerin yaşamlarında karşılaşılabilecekleri gerçek durumları yansıtmasını vurgular. Gerçekçi senaryolar, öğrencilerin ilgisini artırır ve uygulamalı matematikçilerin gerçek dünyadaki problem çözme süreçlerine benzer öğrenme deneyimleri kazanmalarını sağlar.

Öz değerlendirme ilkesi, öğrencilerin geliştirdikleri çözümlerin geçerliliğini ve işlevselliğini kendi başlarına sorgulayabilmelerini öngörür; elde edilen geri bildirimler, sonraki denemelerde çözüm önerilerini iyileştirmek için kullanılabilir ve bu süreç yaratıcılığı destekler.

Model belgeleme ilkesi, öğrencilerin düşünme süreçlerini görünür kılmalarını ve yazılı olarak ifade etmelerini sağlar. Bu, öz değerlendirme ilkesiyle de bağlantılı olup hem çözüm yollarının değerlendirilmesini hem de öğretmenlerin öğrencilerin problem çözme süreçlerini gözlemlemesini kolaylaştırır.

Model genelleştirme ilkesi, oluşturulan modelin benzer durumlarda da kullanılabilmesini vurgular; modelin farklı problem durumlarına uygulanabilir olması, işlevselliğini ve başarısını gösterir.

Etkili prototip ilkesi, modelin başkaları tarafından kolaylıkla anlaşılabilir ve yorumlanabilir olmasını sağlar. Bu ilke, modelin paylaşılabilir, yeniden kullanılabilir ve farklı bağlamlarda uygulanabilir olmasına dikkat çeker; böylece öğrencilerin geliştirdiği yaratıcı çözümler yalnızca tek bir duruma özgü kalmaz, matematik dışında mühendislik, bilgisayar bilimi ve uygulamalı kimya gibi diğer disiplinlerde de etkili prototipler olarak kullanılabilir.

Model Oluşturma Etkinlikleri (MOE), yalnızca öğrencilerin değil, öğretmen adaylarının öğrenme ve öğretme süreçlerine ilişkin bakış açılarını dönüştüren güçlü bir çerçeve sunar (Mousoulides, 2009). MOE'nin altı prensibi, öğretmen adaylarının matematiği bir "sonuç üretme" alanı olarak görmekten uzaklaşıp, bilginin üretildiği, test edildiği ve yeniden yapılandırıldığı dinamik bir süreç olarak kavramalarını destekler (Schorr & Lesh, 2003). Model oluşturma ve öz değerlendirme ilkeleri, öğretmen adaylarının öğrencilerin düşünme süreçlerini analiz etme, stratejilerini gözleme ve öğrenmeyi yapılandırma becerilerini geliştirir. Gerçeklik ve etkili prototip ilkeleri, adaylara matematiksel içerikleri gerçek yaşam durumlarıyla ilişkilendirme ve anlaşılır öğrenme materyalleri tasarlama konusunda önemli deneyimler kazandırır. Model belgeleme ve genelleştirme ilkeleri ise gelecekteki öğretmenlerin öğrencilerin çözümlerini yalnızca "doğru–yanlış" açısından değil, kavramsal derinlik, açıklık ve transfer edilebilirlik açısından değerlendirmelerine yardımcı olur. Bu yönüyle MOE çerçevesi, öğretmen adaylarının hem pedagojik alan bilgilerini hem de matematiksel düşünmeye ilişkin farkındalıklarını güçlendirerek sınıf içi uygulamalara doğrudan yansıyan kapsamlı bir profesyonel gelişim alanı sunar.

Bu kapsamda, araştırmanın amacı matematik öğretmen adaylarının ChatGPT'den yararlanarak model oluşturma etkinlikleri üretme süreçlerini ve bu süreçteki karar verme, düzenleme ve gerekçelendirme biçimlerini analiz etmektir.

İlgili Çalışmalar

Tez problemine doğrudan katkı sağlayacak temel dayanak noktalarını oluşturmak amacıyla, matematik eğitimi bağlamında yapay zekâ ve matematiksel modelleme üzerine yapılan ilgili çalışmalar bu bölümde sunulmuştur.

Matematik Eğitiminde Yapay Zekâ ve ChatGPT Konulu Çalışmaların İncelenmesi

Bu bölümde, tez problemine doğrudan katkı sağlayacak temel dayanak noktalarını oluşturmak amacıyla, matematik eğitimi bağlamında yapay zekâ (YZ) ve ChatGPT odaklı gerçekleştirilmiş güncel çalışmalar eleştirel bir yaklaşımla sunulmuştur.

Matematik öğretmen adaylarının ChatGPT kullanımına ilişkin değerlendirmelerinin incelendiği Kaplan (2024) çalışmasında, adayların kullanım deneyimleri, etik zorluklar ve mesleki beklentileri tematik bir yaklaşımla ele alınmıştır. Çalışmada katılımcıların ChatGPT'yi çeşitli açılardan olumlu bir araç olarak değerlendirdikleri; ödev yapma ve matematiksel formüllerin ispatı için ChatGPT'yi etkin bir şekilde kullandıkları; aracın anlık bilgi sağlama, fikir üretme süreçlerine katkıda bulunma, problem çözmeye farklı yaklaşımlar sunma ve ders materyalleri ile alıştırmaların hızlıca üretilmesine olanak tanıma gibi yeteneklerini avantaj olarak gördükleri ifade edilmiştir.

Dumlu, Gezer ve Yıldız'ın (2024) çalışmasında, ChatGPT-3.5 ve ChatGPT-4'ün 8. sınıf matematik dersinde eşitsizlikler konusunu işlemek üzere etkili ders planları oluşturma potansiyeli incelenmiştir. Çalışmada dokuz ana başlıktan oluşan ders planı şablonları, modellerin yanıtlarıyla doldurulmuştur. Bulgular, her iki modelin de şablonları eksiksiz tamamlayabildiğini göstermiştir. Bununla birlikte, ChatGPT-3.5'in daha çok öğretmen merkezli planlar sunduğu ve kazanımları tanımlamada yoğunlaştığı gözlemlenirken, ChatGPT-4'ün öğrenci merkezli ve yapılandırmacı yaklaşıma daha uygun planlar oluşturduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca, her iki modelin de ders planlarında grafiksel gösterimlere önem verdiği belirlenmiştir.

Urhan, Gençaslan ve Dost'un (2024) çalışması, bir üniversite öğrencisi ile ChatGPT arasındaki kalkülüs kavramlarına (özellikle teğet çizilememe durumları) ilişkin argümantasyon

sürecinin rasyonalite yapısı açısından incelenmesini amaçlamıştır. Araştırmada, Toulmin Modeli ve Habermas'ın rasyonalite yapısı çerçevesinde zenginleştirilmiş Toulmin Modeli kullanılarak nitel bir analiz gerçekleştirilmiştir. Katılımcı olarak kalkülüs kavramlarına hâkim bir üniversite öğrencisi seçilmiştir. Bulgular, ChatGPT'nin süreklilik, türev ve teğet tanımları açısından epistemik rasyonalite bağlamında doğru yanıtlar verdiğini, ancak süreklilik ve türev arasındaki ilişkiyi açıklamada sorunlar yaşadığını göstermiştir. Ayrıca, ChatGPT'nin öğrencinin matematik topluluğunda yaygın olarak kullanılan ve anlaşılır olan sözel temsilleri kullanmaması nedeniyle, argümantasyon sürecinde iletişimsel rasyonalitede bir ayrışma (distinction) ortaya çıkmıştır. Örneğin, modelin teğet çizilemeyen noktaları “keskin kenarlar, boşluklar, dikey çizgiler” gibi ifadelerle açıklama çabası, öğrenci tarafından kabul edilmemiş ve kavramsal anlamasına katkıda bulunmamıştır. Sonuç olarak, ChatGPT'nin kullandığı sözel temsillerin anlaşılabilir olmaması, iletişimsel rasyonalitede ayrışmaya yol açmış ve modelin bu süreçlerde güvenilir ve istikrarlı bir destek sağlayamadığı belirlenmiştir.

Matematik eğitiminde ChatGPT gibi yapay zekâ entegrasyonlarının katkıları, Karabıyık (2024) tarafından iki aşamalı nitel vaka incelemesi yoluyla incelenmiştir. Katılımcılar, matematik öğretiminde Chatbot kullanma deneyimine sahip 4 öğretmen aday ve 17 mühendislik öğrencisidir. Bulgular, ChatGPT'nin temel matematikten karmaşık denklemlere kadar geniş bir yelpazede etkin olduğunu, ancak geometri ve şekil tabanlı sorulara yanıt verme konusunda sınırlılık gösterdiğini ortaya koymuştur. Kullanıcı deneyimleri, modelin denklem çözme, çarpanlara ayırma ve limit-türev gibi konularda doğru ve anlaşılır çözümler üretebildiğini; fakat geometrik problemleri yalnızca metin tabanlı açıklamalarla çözebildiğini göstermiştir. Karmaşık sorularda ise ilk yanıltıcı cevaplardan sonra kullanıcı müdahalesiyle doğru sonuca ulaşılmıştır.

Tapan Broutin'in (2023) 10 matematik öğretmen aday ve yaptığı çalışmada ChatGPT ile ders planları geliştirme süreçleri, Rabardel'in enstrümantal yaklaşımı çerçevesinde incelenmiştir. Veri toplama araçları arasında günlükler, ekran görüntüleri ve hazırlanan ders planlarının yer aldığı çalışmada öğretmen adaylarının ChatGPT'yi ders

planlama sürecinde altı farklı kullanım türünde (eğitmen, rehber, doğrulayıcı, simülatör, düzenleyici ve ayarlayıcı tipler) kullandığını göstermiştir. Ayrıca, katılımcıların ChatGPT tarafından üretilen ders planlarında yapısal, pedagojik ve içerik bilgisine yönelik çok sayıda değişiklik yaptığı tespit edilmiştir.

Matematik ve mantık problemlerindeki performansları karşılaştıran Plevris, Papadakis ve Rosales-Jalapa'nın (2023) çalışması, ChatGPT-3.5, ChatGPT-4 ve Google Bard'ın 30 problemdeki yanıtlarını incelemiş ve bulgular, ChatGPT-4'ün genellikle en yüksek genel performansı sergilediğini, ancak tüm modellerin aynı soruya birden fazla kez farklı yanıtlar verebildiğini ortaya koymuştur. Araştırma ayrıca, modellerin basit toplama işlemlerinde bile hata yapabildiğini ve "halüsinasyon" etkisi göstererek uzun ve detaylı çözümlerin tamamen yanlış olabileceğini göstermiştir; bu durum, kullanıcıların YZ yanıtlarını dikkatli ve eleştirel bir bakışla değerlendirmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

ChatGPT'nin matematiksel yeteneklerinin değerlendirildiği (Frieder, 2023) çalışmasında, GHOSTS veri kümesindeki M1'den M4'e kadar değişen zorluk seviyelerine sahip görevlerde GPT-3.5 ve GPT-4'ün performansı karşılaştırılmış ve yanıtları hata türlerine göre kodlanmıştır. Bulgular, modelin özellikle karmaşık matematiksel tanımlar, geometrik akıl yürütme ve uzun hesaplama zincirlerinde sık hatalar yaptığını; bu hataların yanlış hesaplamalar, mantık veya argüman akışında eksiklikler ve anlamsız açıklamalardan oluştuğunu göstermiştir. Araştırma ayrıca, ChatGPT çıktılarının stokastik doğasına dikkat çekmiş ve modelin, medyada sunulduğu gibi tutarlı bir şekilde yüksek kaliteli kanıt veya hesaplama üretmeye hazır olmadığını ortaya koymuştur.

Tapan-Brouin'in (2023) araştırmasında 32 matematik öğretmeni adayının ChatGPT ile başlangıç deneyimleri sordukları sorular bağlamında incelenmiştir. Katılımcıların daha önce ChatGPT hakkında bilgi sahibi olmadıkları belirlenmiş, veriler ChatGPT-3.5 ile yapılan görüşmelerin ekran görüntüleri aracılığıyla elde edilerek içerik analizi ile incelenmiştir. Öğretmen adaylarının ilk deneyimlerinde duygusal ve sosyal boyutların ön plana çıktığını ve ChatGPT'yi insanlar arası iletişime uygun bir sohbet yönlendirme eğiliminde olduğunu

göstermiştir. Katılımcıların en çok selamlaşma/kendini tanıtma, kişisel ilgi alanlarıyla ilgili ve insani özelliklerle ilgili sorular sorduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, bilimsel bilgi ve öğretim bilgisi/öğretmenlik mesleği ile ilgili soruların da yer alması, ChatGPT'nin mesleki bir araç olarak algılanmaya başladığını göstermektedir.

Gattupalli ve diğerleri (2023), ChatGPT-4'ün ilkökul düzeyindeki (3., 4. ve 5. sınıf) öğrenciler için matematiksel kelime problemlerine yönelik ipuçları üretme kapasitesini incelemiştir. Araştırmada, modele belirli istemler verilerek farklı sanal koç kişilikleri (Math Coach, How-to-Hound, Visual Vicuna) oluşturulmuş ve bu kişiliklerin ürettiği ipuçları karşılaştırılmıştır. Bulgular, ChatGPT-4'ün ilk denemede ürettiği ipuçlarının çoğunlukla 10. sınıf okuma düzeyinde, uzun ve ayrıntılı matematiksel açıklamalar içerdiğini göstermiştir. Bununla birlikte, "kolay okunur" ipucu talep edildiğinde modelin çıktılarının anlamlı bir biçimde sadeleştiği belirlenmiştir. Çalışma, yapay zekâ tarafından üretilen çıktının niteliğinin ve hedef kitleye uygunluğunun, kullanıcı tarafından verilen istemlerin niteliğine doğrudan bağlı olduğunu ortaya koymaktadır.

Getenet'in (2023) çalışması, ChatGPT'nin matematik kelime problemlerini çözerken kullandığı stratejileri ve bu stratejilerin etkililiğini incelemeyi hedeflemiştir. Çalışmada, ChatGPT'den farklı problem çözme stratejileri üretmesi istenmiş ve bu stratejilerin doğruluğu test edilmiştir. Bulgular, ChatGPT tarafından üretilen ilk strateji olan "tahmin et ve kontrol et" (guess and check) stratejisinin beş denemenin hiçbirinde doğru cevap vermediğini göstermiştir. Buna karşın, "cebiri" (algebra) stratejisi kullanıldığında ise beş doğru cevap üretilmiştir. Bu sonuçlar, ChatGPT'nin kelime problemlerini çözerken cebirsel/denklem tabanlı yaklaşımda başarılı olduğunu, ancak daha sezgisel stratejilerde (tahmin, tablo) zayıf kaldığını göstermektedir.

Shakarian, Koyyalamudi, Ngu ve Mareedu'nun (2023) yürüttüğü çalışma, ChatGPT'nin, matematik kelime problemleri (MWP) üzerindeki performansını bağımsız olarak değerlendirmeyi ve bu performansı etkileyen faktörleri incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmada, ChatGPT'nin yanıtlarının, çözüm adımlarını gösterip göstermeme gerekliliğine

göre performanstaki değişimini gözlemlmek amacıyla farklı komutlar kullanılmıştır. ChatGPT, çözüm adımlarını sağladığı durumlarda yalnızca %20 oranında başarısız olurken, modelden hiçbir çalışma/açıklama sağlamaması istendiğinde, başarısızlık oranının %84'e yükseldiği tespit edilmiştir. Bu sonuç, ChatGPT'nin akıl yürütme görevlerindeki performans sorunlarının, modelin çıktı formatını kısıtlayarak mantıksal akışını engellemenin potansiyel bir sonucu olduğunu düşündürmektedir.

Dao ve Le'nin (2023) yürüttüğü araştırmada, ChatGPT'nin matematiksel akıl yürütme ve problem çözme yeteneği Vietnam Ulusal Lise Mezuniyet Sınavı (VNHSGE) bağlamında incelenmiştir. Çalışma, ChatGPT'nin çoktan seçmeli sorulara (örneğin küp hacmi problemi) belirli bir yapı içinde (Seçim ve Açıklama) yanıt üretmesini kısıtlanmış komutlarla talep eden bir yaklaşım benimsemiştir. Bu kısıtlanmış formatta çalışmanın amacı, büyük dil modelinin formülü ve çözüm adımlarını doğru bir şekilde kullanarak istenen yanıtı ulaşma verimliliğini değerlendirmektir. Çalışma, ChatGPT'nin net, yapılandırılmış ve hedefe yönelik komutlar verildiğinde, temel matematik problemlerine ilişkin çözümleri doğru ve verimli bir şekilde sunabildiğini kanıtlamıştır.

Barros'un (2023) çalışması, Portekiz'deki bir matematik sınavının ChatGPT (Mayıs 2023 versiyonu) tarafından Portekizce ve İngilizce olarak çözülmesini karşılaştırmıştır. Çalışma, ChatGPT'nin matematiksel soruları anlayabilmesine rağmen yanlış cevaplar verebildiği sonucuna varmıştır. En dikkat çekici bulgular arasında, bir olasılık probleminde İngilizce sürümün doğru cevap verirken Portekizce sürümün yanlış cevap vermesi, karmaşık bir geometrik problemde ise dik düzlemler kavramını yanlış kullanması yer almaktadır. Ayrıca, kombinasyon problemleri gibi karmaşık mantık gerektiren durumlarda, modelin sonucu kendisi hesaplamakta zorlanırken, sonuç verildiğinde terimleri doğru bir şekilde açıklayabilmesi, modelin yeteneklerindeki tutarsızlığı göstermiştir

Wardat, Tashtoush ve diğerlerinin (2023) çalışmasında, ChatGPT'nin matematik eğitimindeki rolüne ilişkin paydaş görüşleri incelenmiştir. Çalışmada, Pisagor teoremiyle ilgili bir hesaplama sorusunda, ChatGPT'nin basit bir sayının karesini alırken beklenmedik bir hata

yaptığı ve bunun da yanlış sonuca yol açtığı gözlemlenmiştir. Daha da önemlisi, ChatGPT'nin temel geometri anlayışındaki sınırlamaları ortaya çıkmıştır: Model, bir dik üçgeni tanımlarken açının 45 derece olduğunu varsayarak, üçgenin kapsamlı bir iç temsiline sahip olmadığını göstermiştir. Bu, ChatGPT'nin görsel nesnelerin tanımlarındaki hataları bir insan gibi gözle canlandıramadığı için fark edemediğini düşündürmektedir.

Karjanto'nun (2023) gerçekleştirdiği çalışma, ChatGPT'nin lineer cebir kavramlarına yönelik hesaplama ve problem çözme yeteneğini incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırma, karmaşık matematiksel işlemler gerektiren bir matrisin özdeğerlerini hesaplaması istendiğinde modelin performansını test etmek üzere odaklanmıştır. Çalışmanın bulguları, ChatGPT'nin karakteristik denklemi oluşturma sürecinde açık hesaplama hataları yaptığını ve bunun sonucu olarak ChatGPT'nin karmaşık cebirsel ve hesaplamalı adımlarda güvenilir olmadığını ve kritik noktalarda mantıksal akış hataları sergileyebileceğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle, matematik eğitiminde yapay zekâ kullanımı sırasında elde edilen çıktıların eleştirel bir gözle değerlendirilmesi ve doğruluklarının teyit edilmesi gerektiği vurgulanmaktadır.

Matematiksel modelleme üzerine yapılan ilgili çalışmalar

Bu bölümde, matematik eğitiminde modelleme konusunda yapılan güncel araştırmalar eleştirel bir yaklaşımla incelenerek sunulmuştur. Bu sunum, tezin kuramsal çerçevesini ve araştırma problemine ilişkin mevcut durumu ortaya koymaktadır.

Dertli ve Yıldız'ın (2025) çalışmasında, üretken yapay zekâ aracı ChatGPT'nin modelleme etkinliklerini tasarlama potansiyelini ve bu süreçte prompt engineering (yönlendirme mühendisliği) uygulamasının etkilerini ortaokul düzeyinde incelemeyi amaçlamıştır. Araştırma, nitel bir yaklaşımla yürütülmüş ve ChatGPT 3.5 sürümü, dört farklı girdi formatı kullanılarak modelleme görevleri tasarlamaya yönlendirilmiştir. Oluşturulan etkinlikler Lesh ve arkadaşları (2012) tarafından belirlenen modelleme etkinliği tasarım prensipleri bağlamında incelenmiştir. Bulgular, ChatGPT'nin gerçeklik ve model genelleştirme prensiplerine tamamen uygun etkinlikler tasarlamada üstün olduğunu, ancak model oluşturma, öz değerlendirme ve model belgeleme prensiplerine uygun etkinlikler oluşturmada başlangıçta

yetersiz kaldığını göstermiştir. Yapılan prompt engineering uygulamaları (net hedefler belirleme, iyi örnekler verme, dahil ve hariç tutulan bilgileri vurgulama) ile prensiplere uygunluk düzeylerinin artırılabilceği tespit edilmiştir.

Yarkin'ın (2022) çalışması, Türkiye'deki matematik eğitimi literatüründe (2010-2019 yılları arasında) yayımlanan Matematiksel Model Oluşturma Etkinliklerinin (MOE) niteliğini ve prensiplere uyum düzeyini kritik bir bakış açısıyla değerlendirmeyi amaçlamıştır. Araştırma, 61 makaleden elde edilen 146 etkinlik üzerinde, nitel yaklaşımla birlikte doküman analizi ve meta-sentez yöntemlerini kullanarak derinlemesine bir inceleme sunmuştur. Etkinliklerin değerlendirilmesinde temel referans çerçevesi olarak Lesh ve Doerr'ün (2003) MOE prensipleri kullanılmıştır. Çalışmada, amaca uygun ve yüksek etkiye sahip MOE tasarlamanın zorluğu ifade edilirken araştırmacılar ile eğitimcilerle MOE tasarlarken izlenmesi gereken adımlar konusunda uygulamalı önerilerde bulunulmuştur.

Yapay Zekâ (YZ) ve modelleme arasındaki ilişkiyi inceleyen güncel yayınlardan biri Caruccio ve arkadaşlarının (2024) çalışmasıdır. Bu araştırma, ChatGPT'nin akıllı teşhis sağlama yeteneğini geleneksel tahmine dayalı modellerle karşılaştırmayı amaçlamıştır. Çalışma her ne kadar tıp alanındaki Klinik Karar Destek Sistemleri (CDSS) gibi karmaşık uygulamalara odaklanmış olsa da tezin ana konusu olan modelleme bağlamında önemli bir dolaylı ilişkiye sahiptir. Zira bu tür YZ uygulamaları, karmaşık sistemleri tanımlama, açıklama ve tahmin etme süreçlerinde matematiksel modelleme prensiplerini kullanmaktadır. Bu yönüyle Caruccio ve arkadaşlarının çalışması, YZ teknolojilerinin, modelleme prensiplerini kullanarak farklı disiplinlerde nasıl uygulanabilirliğini göstermesi açısından, matematik eğitiminde YZ'nin modelleme süreçlerine potansiyel katkısını tartışmaya zemin hazırlamaktadır.

G. X. Chen, X. Q. Qu ve meslektaşları (2022) tarafından yapılan çalışmada, model oluşturma etkinliklerinin çevrimiçi mühendislik eğitimi bağlamında kullanımının pedagojik etkileri incelenmiştir. Araştırmanın temel hedefi, model oluşturma etkinliği destekli öğretimin kavramsal öğrenme, mesleki beceri ve etkileşimi ne ölçüde geliştirdiğini görmektir. Çalışmada, katılımcıların hazırladığı tasarım raporları üzerinden dört temel içerik (problem tanımı,

performans analizi, yapısal optimizasyon ve çözüm tartışması) için puanlamalar yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda, modelleme destekli öğretimin özellikle eleştirel düşünmeyi geliştirmede önemli avantajlara sahip olduğunu sonucuna ulaşılmıştır.

Aline Abassian, Farshid Safi, Sarah Bush ve Jonathan Bostic'in (2020) tarafından yapılan çalışmada, matematik eğitimi literatüründe matematiksel modellemeye dair mevcut olan beş farklı bakış açısını incelemektedir. Bu makale, *Investigations in Mathematics Learning* dergisinin 12. cildinin 1. sayısında yayımlanmıştır. Bu tür inceleme çalışmaları, alan yazındaki farklı teorik yaklaşımların ortak bir anlayışa ulaşmadığı matematiksel modelleme gibi geniş konuların temel kavramlarını araştırmacılar için sistematik bir şekilde özetlemeye yardımcı olur.

Dede, Hıdıroğlu ve Güzel'in (2017) çalışmasında, matematik öğretmen adayları tarafından geliştirilen model oluşturma etkinliklerinin (MOE), Lesh ve arkadaşlarının (2012) MOE prensipleri çerçevesinde uygunluğunu incelemeyi amaçlamıştır. Çalışma, bir devlet üniversitesinin ortaöğretim matematik eğitimi bölümünde seçmeli bir ders bağlamında, yedi grup halinde çalışan 21 matematik öğretmen adayı ile bir durum çalışması deseniyle yürütülmüştür. Veri toplama araçları olarak öğretmen adaylarının geliştirdiği MOE'ler ve yarı yapılandırılmış görüşmeler kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, bir grup hariç (etkinliği MOE değildi), diğer MOE'lerin prensiplere tamamen veya kısmen uygun olduğu görülmüştür. Özellikle gerçeklik ve model oluşturma prensiplerinin etkinliklerin geliştirilmesinde bağlayıcı rol oynadığı; öz değerlendirme ve yapı belgeleme prensiplerinin ise birbiriyle doğrudan ilişkili olduğu belirlenmiştir.

Anhalt ve Cortez (2016) tarafından yürütülen çalışma, matematiksel modellemenin eğitimdeki rolünü ele alan önemli araştırmalardan biridir. Çalışmada, modellemenin eleştirel ve analitik düşünme ile problem çözme gibi temel bilişsel becerilerin geliştirilmesine katkı sağlayabileceği vurgulanmaktadır. Araştırmanın katılımcılarını, daha önce matematiksel modelleme dersi almamış olan ve bir devlet üniversitesinin matematik bölümünde üst düzey bir müfredat ve değerlendirme dersine devam eden 11 lise matematik öğretmen adayı

oluşturmaktadır. Bu çalışma, öğretmen adaylarının modelleme süreçlerindeki performanslarını ve modellemeye yönelik algılarını incelemesi bakımından, matematiksel modellemenin öğretmen eğitimine entegrasyonu için gerekli pedagojik yeterliklere ilişkin önemli çıktılar sunmaktadır.

Urhan ve Dost'un (2016) çalışmasında, matematik öğretmenlerinin matematiksel modellemeye ilişkin görüşlerini belirlemeyi ve modellemenin öğretim sürecinde hayata geçirilip geçirilmediğini nedenleriyle ortaya koymayı amaçlamıştır. Araştırmanın katılımcılarını Ankara'da devlet okullarında görev yapmakta olan dokuz ortaöğretim matematik öğretmeni oluşturmaktadır. Çalışma, nitel bir yaklaşımla yürütülmüş olup, öğretmenlerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen veriler içerik analizi yapılarak kodlanmıştır. Araştırmada, öğretmenlerin bir kısmının matematiksel modellemeden haberdar olmadığı, bilenlerin ise çoğunlukla derslerinde kullanmadığı tespit edilmiştir. Modelleme etkinliklerinin kullanımına engel olan faktörler, "öğretmenin modelleme etkinlikleri konusundaki eksikliği", "kaynakların nicel ve nitel anlamda sınırlılığı", "öğretim programının yoğunluğu", "yükseköğretime geçiş sınavının yapısı", "öğrenci motivasyonu" ve "öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeyleri" olarak belirlenmiştir.

Aztekin ve Taşpınar Şener'in (2015) çalışmasında, Türkiye'de matematik eğitimi alanındaki matematiksel modelleme araştırmalarının mevcut durumunu betimsel analiz ve meta sentez yoluyla ortaya koymayı amaçlamıştır. Araştırma, 2004-2014 yılları arasında Türkiye'de yayımlanan 37 araştırmanın analizinden oluşmaktadır. Çalışma, betimsel içerik analizi ve tematik içerik analizi (meta sentez) yöntemlerini bir arada kullanmıştır. Analiz sonucunda, Türkiye'deki çalışmaların çoğunlukla durum çalışması yönteminin kullanıldığı nitel araştırmalar olduğu ve lisans öğrencileri (öğretmen adayları) ile yapıldığı bulunmuştur. Matematiksel modellemenin bu araştırmalarda genellikle bir araç olarak ele alındığı ve ağırlıklı olarak pedagojik hedefler gözetildiği saptanmıştır. En çok tercih edilen modelleme yaklaşımlarının ise eğitimsel (%33) ve bağlamsal (%28) yaklaşımlar olduğu belirlenmiştir.

Erbaş, Kertil, Çetinkaya, Alacacı, Çakıroğlu ve Baş (2014) tarafından gerçekleştirilen çalışma, matematik eğitiminde matematiksel modellemeye ilişkin temel kavram ve yaklaşımları tartışmayı amaçlamaktadır. Araştırmada, modellemenin öğretim sürecindeki konumu “matematiği öğretmek için bir araç” ve “matematik öğretiminin amacı” şeklinde iki farklı perspektiften ele alınmıştır. Yazarlar, matematiksel modellemeyi gerçek yaşamdan ya da gerçekçi bir durumdan hareketle matematiksel yöntemler aracılığıyla çözüm üretme süreci olarak tanımlamış ve bu bağlamda Model ve Modelleme Perspektifi (MMP) ile Gelişen/Ortaya Çıkan Modelleme gibi kuramsal yaklaşımları ayrıntılı biçimde incelemiştir. Çalışmada modelleme sürecinin doğrusal olmayan, tekrarlı döngüler içeren ve beş temel aşamadan oluşan bir süreç olduğu vurgulanmaktadır. Ayrıca, modellemeyi “amaç” olarak gören yaklaşımların daha çok hazır soyut modellerin sunulmasına ve uygulamalarına odaklandığı; modellemeyi “araç” olarak gören yaklaşımların ise öğrencilerin kavramları sezgisel biçimde keşfetmesini hedeflediği belirtilmiştir. Genel olarak, matematiksel modellemenin öğretim sürecine entegre edilmesinin öğrencilerin problem çözme, analitik düşünme ve kavramsal anlama becerilerini geliştirmede önemli bir role sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Erbaş ve arkadaşları (2016) tarafından yayımlanan "Lise Matematik Konuları İçin Günlük Hayattan Modelleme Soruları" başlıklı eserde, lise düzeyinde matematik derslerinde işlenen konulara yönelik matematiksel modelleme örnekleri sunularak bu alandaki Türkçe kaynak eksikliğinin giderilmesi hedeflenmiştir. Eserde lise düzeyinde kullanılabilecek 45 modelleme problemi sunulmuştur.

Hıdıroğlu ve Bukova-Güzel'in (2014) çalışmasında, matematiksel modelleme sürecinde GeoGebra dinamik matematik yazılımının nasıl kullanılabileceğini ve sürecin üzerindeki etkisini örneklemek amaçlanmıştır. Çalışma, "Boy-Ayak Uzunluğu" modelleme probleminin çözümü üzerinden, yedi basamaklı matematiksel modelleme süreci çerçevesinde bir çözüm raporu sunmaktadır. Çalışma, GeoGebra'nın modelleme becerilerinin ortaya çıkarılması ve geliştirilmesinde, ayrıca karmaşık işlemler içinde kaybolmayı önleyerek kavramsal ve matematiksel düşüncenin artmasında katkı sağlayacağını varsaymaktadır.

GeoGebra, cebir, grafik ve tablo gibi çoklu gösterimleri sunarak, matematiksel kavramlar arasındaki ilişkiyi kurmada ve farklı çözüm stratejileri gerçekleştirmede yararlı olmuştur. Çalışmanın, GeoGebra destekli ortamda matematiksel modelleme problemlerinin çözüm sürecine ve stratejilerine yönelik ilk ve kapsamlı araştırma olduğu düşünülmektedir.

Chamberlin ve Moon'un (2005) çalışmasında, Model Oluşturma Etkinliklerinin (MOE), yaratıcı yetenekli matematikçileri hem geliştirmek hem de tanımlamak için bir araç olarak kullanılması incelenmiştir. Çalışma, MOE'lerin, geleneksel problem çözme yöntemlerine kıyasla yaratıcılığı daha fazla desteklemesi gibi özellikler sayesinde geleneksel sözel problemlerden ayrıldığını vurgulamıştır. Araştırmacılar, katılımcıların MOE'leri nasıl geliştirecekleri konusunda bilgilendirilmedikçe veya eğitim almadıkça bu etkinlikleri başarılı bir şekilde geliştiremeyeceklerini belirtmişlerdir. Ayrıca, bu çalışmada, problem çözümlerinin oluşturdukları modelleri ve buldukları çözümleri incelemelerini gerekli kılan Öz Değerlendirme Prensiplerinin, Model Belgeleme Prensipleri ile doğrudan bağlantılı olduğu ifade edilmiştir.

Diefes-Dux, Moore, Zawojewski, Imbrie ve Follman'ın (2004) çalışmasında, mühendislik problemlerini sunmak için açık uçlu Model Oluşturma Etkinliklerini (MOE) içeren bir çerçeve oluşturulması amaçlanmıştır. Çalışma, öğrencilerin karmaşık mühendislik problemlerine yönelik düşünme ve modelleme yeteneklerini geliştirmeyi hedeflemektedir. Bu tür etkinlikler, öğrencilerin verilenler, istenenler ve muhtemel çözüm süreçlerini yorumlamak için bir model geliştirme gereksinimini fark etmelerini sağlayan açık uçlu yapısıyla öne çıkmaktadır.

Bölüm 3

Yöntem

Bu bölümde; araştırmanın türüne, çalışma grubuna, veri toplama sürecine ve araçlarına, verilerin analizine ile araştırmanın geçerlilik ve güvenilirlik boyutlarına ilişkin bilgilere yer verilmiştir.

Araştırmanın Türü

Bu çalışma, nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması deseni ile yapılandırılmıştır. Nitel araştırmalar, bir olguya veya sürece ilişkin anlamların, deneyimlerin ve algıların doğal ortamında incelenmesini amaçlayan; gözlem, görüşme ve doküman analizi gibi nitel veri toplama yöntemlerinden yararlanan araştırmalardır. Bu yaklaşım, araştırmacıya katılımcıların bakış açılarını derinlemesine yorumlama ve olguları bütüncül biçimde açıklama olanağı sunar (Yıldırım ve Şimşek, 1999). Nitel araştırmalarda elde edilen veriler, araştırmacıya esnek bir analiz çerçevesi sağlayarak karmaşık süreçlerin ayrıntılı biçimde çözümlenmesine katkı sağlar (Creswell, 2016).

Durum çalışması, belirli bir olgunun, olayın veya sürecin gerçek yaşam bağlamı içinde çok yönlü ve ayrıntılı biçimde incelenmesine imkân tanıyan bir nitel araştırma desenidir (Merriam, 1988; Yin, 1994). Baxter ve Jack (2009), durum çalışmalarının farklı veri kaynaklarını bir arada kullanarak araştırma nesnesinin bağlam içinde derinlemesine keşfedilmesini kolaylaştırdığını vurgulamaktadır. Stake (1995) ise bu yaklaşımın, tek bir duruma ilişkin çoklu bakış açılarını bir araya getirerek karmaşık ilişkilerin görünür kılınmasını sağladığını belirtmektedir.

Bu araştırmada, matematik öğretmen adaylarının ChatGPT ile matematiksel model oluşturma etkinliği tasarlama süreçleri incelenmiştir. Araştırmanın odağında, öğretmen adaylarının modelleme prensiplerini nasıl ele aldıkları, ChatGPT'yi etkinlik oluşturma sürecinde nasıl konumlandıkları ve üretken yapay zekâyı hangi amaçlarla ve nasıl kullandıkları yer

almaktadır. Bu doğrultuda çalışma, söz konusu sürecin bilişsel ve pedagojik yönlerinin derinlemesine analiz edilmesini amaçlamaktadır.

Araştırma, doğası gereği, tek bir olgunun (öğretmen adaylarının ChatGPT destekli model oluşturma süreci) bütüncül bir bakış açısıyla incelenmesini gerektirmektedir. Bu nedenle çalışma, Yin'in (2003) tanımladığı biçimiyle bütüncül tek durum çalışması olarak tasarlanmıştır. Bu tür durum çalışmaları, araştırma konusu olgunun belirli bir bağlam içinde ayrıntılı biçimde incelendiği ve araştırmacıya çoklu veri kaynaklarını bütünlendirerek olguyu kapsamlı biçimde analiz etme olanağı sunduğu araştırma tasarımlarıdır (Yıldırım ve Şimşek, 1999; Merriam, 2009).

Sonuç olarak, araştırmanın amacı ve doğası gereği bütüncül tek durum çalışması deseni, katılımcıların ChatGPT destekli model oluşturma deneyimlerinin çok yönlü ve derinlemesine anlaşılması için uygun bir çerçeve sunmaktadır.

Çalışma Grubu

Bu tez çalışmasının katılımcıları, amaçlı örnekleme yöntemlerinden biri olan ölçüt örnekleme yoluyla seçilmiştir. Durum çalışması yaklaşımının doğasına uygun olarak, amaçlı örnekleme araştırmacıya derinlemesine bilgi üretme potansiyeli yüksek katılımcıları seçme olanağı sunar (Patton, 1987). Bu tez kapsamında, öğretmen adaylarının model oluşturma etkinliği tasarım süreçlerinde sergiledikleri düşünme biçimlerini, karar verme yaklaşımlarını ve ChatGPT ile etkileşimlerini ayrıntılı biçimde incelemek amaçlanmıştır. Bu nedenle, modelleme etkinlikleri geliştirme sürecine anlamlı katkı sağlayabilecek ve süreç hakkında zengin veri üretebilecek katılımcıları seçmek amacıyla ölçüt örnekleme tercih edilmiştir.

Bu tez çalışmasının katılımcılarını, bir devlet üniversitesinin ilköğretim ve ortaöğretim matematik öğretmenliği programlarında öğrenim gören, üçü ilköğretim ve üçü ortaöğretim olmak üzere toplam 6 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Bu dağılım, farklı programlardan gelen öğretmen adaylarının modelleme etkinliği tasarım tercihleri ve süreçleri açısından olası farklılıklarını incelemek amacıyla belirlenmiştir.

Katılımcılar gönüllülük esasına göre belirlenmiş olup, seçim sürecinde aşağıdaki nitelikler dikkate alınmıştır. Buna göre katılımcıların:

- Öğretim programlarında yer alan Matematiksel Modelleme dersini başarıyla tamamlamış olmaları,
- Teknoloji kullanımına yönelik olumlu tutum ve becerilere sahip olmaları,
- ChatGPT veya benzeri yapay zekâ araçlarıyla daha önce etkileşim deneyimi yaşamış olmaları

önemsenmiştir. Bu özelliklerin, çalışma kapsamındaki etkinlik tasarlama sürecini daha doğal ve işlevsel kılması beklenmiştir.

Ayrıca, katılımcıların matematiksel modelleme dersinden edindikleri deneyimler doğrultusunda, modelleme problemlerine ve modelleme etkinliği tasarlamaya yönelik olumlu tutumlara sahip oldukları belirlenmiştir. Bu ilgi ve farkındalık, katılımcıların sürece etkin biçimde katılmalarını sağlamış; bu durum, veri toplama sürecinde daha derinlikli ve nitelikli verilerin elde edilmesine katkıda bulunmuştur.

Veri Toplama Süreci

Araştırmanın veri toplama süreci, 2024–2025 Bahar döneminde yürütülmüştür. Uygulama sürecine geçilmeden önce, çalışmanın gerçekleştirileceği üniversiteden Şubat 2025 tarihinde etik kurul onayı alınmış ve gerekli yasal izinler tamamlanmıştır. Etik ilkeler doğrultusunda, çalışmaya gönüllü olarak katılan öğretmen adayları süreç boyunca bilgilendirilmiş; verilerinin yalnızca araştırmacı tarafından inceleneceği, istedikleri anda çalışmadan çekilebilecekleri kendilerine açıkça ifade edilmiştir.

Araştırmada veri toplama süreci, öğretmen adaylarının ChatGPT ile modelleme etkinliği oluşturma süreçlerini incelemek amacıyla planlanmıştır. Veri toplama süreci, pilot veri toplama süreci ve ana veri toplama süreci şeklinde iki aşamada gerçekleştirilmiştir.

Pilot Veri Toplama Süreci

Araştırmanın uygulama aşamasından önce, veri toplama sürecinin işleyişini test etmek ve olası aksaklıkları belirlemek amacıyla bir öğretmen adayı ile pilot çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu pilot çalışma, sürecin uygulanabilirliğini değerlendirmek, veri toplama araçlarının işlevselliğini gözlemlemek ve katılımcının ChatGPT ile etkileşim sürecini incelemek için yapılmıştır.

Pilot çalışmada, katılımcıdan bir matematiksel modelleme etkinliği tasarlaması istenmiş ve sürecin temel adımları test edilmiştir: bağlam belirleme, ChatGPT'ye bağlamın verilmesi, etkinliğin üretilmesi ve katılımcının etkinliği analiz ederek son hâline getirmesi. Pilot çalışma sonucunda veri toplama sürecinde bazı düzenlemeler yapılmıştır. Bu düzenlemeler şunlardır:

- Katılımcıların bağlamı araştırmacıya daha açık ifade edebilmeleri için sürecin başlangıcında rehberlik sağlanması,
- ChatGPT'ye verilen promptların yapılandırılma biçiminde küçük düzenlemeler yapılması,
- Yarı yapılandırılmış görüşme sorularının (EK-F), katılımcıların cevaplarını daha detaylı ve yönlendirici biçimde alacak şekilde gözden geçirilmesi.

Ana Veri Toplama Süreci

Düzenlemelerin tamamlanmasının ardından esas veri toplama süreci, katılımcılarla bireysel olarak ve ders saatleri dışında, onların uygunluk durumlarına göre planlanan zamanlarda yürütülmüştür. Uygulamalar, internet erişiminin bulunduğu bir derslikte araştırmacı eşliğinde gerçekleştirilmiştir.

Süreç başlamadan önce araştırmacı, katılımcılara Model Oluşturma Etkinliklerine ilişkin yaklaşık 15 dakika süren kısa bir bilgilendirme yapmış; bu bilgilendirmede MOE'nin temel prensipleri açıklanmış ve örnekler sunulmuştur.

Katılımcılara, seçtikleri bir bağlam üzerinde matematiksel bir modelleme etkinliği tasarımları ve süreç boyunca diledikleri zaman ChatGPT'den yararlanabilecekleri belirtilmiştir. Süreç aşağıdaki adımlarla yürütülmüştür:

1. Katılımcılar, çalışmak istedikleri bağlamı araştırmacıya sözlü olarak ifade etmiş; bu bağlam daha sonra ChatGPT'ye iletilerek bir modelleme etkinliği taslağı oluşturulması istenmiştir.
2. ChatGPT tarafından üretilen taslak, katılımcılar tarafından incelenmiş ve değerlendirilmiştir.
3. Katılımcılar, çeşitli yönergeler (promptlar) kullanarak etkinliği amaçlarına uygun şekilde düzenlemiş ve yönlendirmiştir.
4. Gerekli düzenlemeler tamamlandığında etkinlik, katılımcının onayıyla son hâlini almıştır.

Etkinlik tamamlandıktan sonra araştırmacı, katılımcılarla yarı yapılandırılmış görüşmeler (EK-F) gerçekleştirmiştir. Görüşmelerde, araştırmacı tarafından önceden hazırlanan ve modelleme sürecine ilişkin belirli odak noktalarını içeren yönlendirici sorular kullanılmıştır.

Bu sorular;

(i) katılımcıların oluşturdukları etkinliği Model Oluşturma Etkinliği (MOE) prensipleri açısından nasıl değerlendirdiklerine,

(ii) ChatGPT ile etkileşimlerinin tasarım sürecine katkı ve etkilerine,

(iii) etkinliği düzenleme, karar verme ve gerekçelendirme süreçlerindeki düşünme biçimlerine

odaklanmıştır.

Bu yaklaşım, katılımcıların tasarım süreçleri ve yapay zekâ destekli içerik oluşturma deneyimlerine ilişkin derin ve nitelikli verilerin elde edilmesini sağlamıştır.

Veri toplama oturumları her bir katılımcı için ortalama 60 dakika sürmüştür ve bu süre boyunca katılımcıların GPT-4o sürümüne erişimi araştırmacı tarafından sağlanmıştır.

Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada veri toplama süreci, katılımcıların matematiksel modelleme etkinliği oluşturma süreçlerinde ChatGPT ile etkileşimlerini incelemeye ve bu süreçteki düşünme biçimlerini anlamaya yönelik olarak planlanmıştır. Araştırmadan elde edilen veriler iki temel araç aracılığıyla toplanmıştır:

- 1. ChatGPT ile Etkileşim Dokümantasyonu:** Katılımcılar, matematiksel modelleme etkinliklerini tasarlarken ChatGPT ile gerçekleştirdikleri tüm etkileşimleri belgelemektedir. Bu dokümantasyon, katılımcıların süreci nasıl yönlendirdiğini, ChatGPT'ye verdikleri yönergeleri, aldıkları yanıtları ve etkinliği son hâline getirirken yaptıkları değişiklikleri içerir. Bu veri, katılımcıların model oluşturma sürecinde izledikleri stratejileri ve karar alma mekanizmalarını analiz etmek için kullanılmıştır.
- 2. Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerin Ses Kayıtları:** Etkinlik tamamlandıktan sonra, her bir katılımcı ile yarı yapılandırılmış görüşmeler (EK-F) gerçekleştirilmiştir. Görüşmelerde, oluşturulan etkinliğin modelleme etkinliği prensiplerine uygunluğu, katılımcıların sürece dair değerlendirmeleri ve düşünme süreçleri üzerine sorular yönlendirilmiştir. Görüşmelerin tamamı ses kaydı ile belgelenmiş ve nitel analiz sürecinde kullanılmıştır.

Bu veri toplama araçları, araştırmanın amacına uygun olarak katılımcıların etkinlik oluşturma süreçlerini ve ChatGPT ile etkileşimlerini derinlemesine incelemeyi mümkün kılmıştır.

Verilerin Analizi

Araştırmadan elde edilen veriler, içerik analizi yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz sürecinde, her bir katılımcı için sürecin başında ChatGPT tarafından üretilen modelleme etkinliği ile sürecin sonunda ortaya çıkan modelleme etkinliği karşılaştırılmıştır. Ayrıca, katılımcıların ChatGPT'ye yönelttiği sorular ve yarı yapılandırılmış görüşmelerde (EK-F) verdikleri yanıtlar, model oluşturma etkinliği prensipleri bağlamında değerlendirilmiştir.

Kodlama Süreci

Veriler iki araştırmacı tarafından bağımsız olarak kodlanmıştır. Kodlama sürecinde, katılımcıların:

1. ChatGPT'ye verdiği yönergeler (promptlar),
2. Yarı yapılandırılmış görüşmede verdikleri sözlü yanıtlar,
3. Üretilen ve son hâline getirilen modelleme etkinliklerindeki değişiklikler

incelenmiş ve bunlar modelleme etkinliği prensipleri bağlamında içerik olarak analiz edilmiştir.

Örnek olarak, katılımcılardan birinin süreci şu şekilde gözlemlenmiştir:

- Katılımcı, başlangıçta ChatGPT'ye "İlkokul 5. sınıf öğrencileri için geometrik şekillerle ilgili gerçek hayat problemi oluştur" şeklinde bir prompt vermiştir.
- ChatGPT, parkta çocukların oynadığı alanlardaki üçgen ve dikdörtgen şekillerle ilgili bir problem tasarlamıştır.
- Katılımcı, bu çıktıyı inceleyerek problemi okul bahçesindeki gözlemlerle ilişkilendirmiş ve senaryoyu daha gerçekçi hâle getirmek için ek bilgiler eklemiştir.
- Yarı yapılandırılmış görüşmede, katılımcı, etkinliğin gerçeklik prensibi açısından güçlü olduğunu, ancak genelleme prensibi açısından bazı sınırlamalar olduğunu belirtmiştir.

Bu örnek üzerinden kodlama aşağıdaki şekilde gerçekleştirilmiştir:

Tablo 1*Örnek Kodlama*

| Analiz Birimi | Katılımcı Yönergesi | Kod / Prensiptir | Açıklama |
|--|---|-------------------------|--|
| ChatGPT'ye yöneltilen prompt | "İlkokul 5. sınıf öğrencileri için geometrik şekillerle ilgili gerçek hayat problemi oluştur" | Model Oluşturma | Katılımcının problemin matematiksel yapılandırılmasını sağlamaya yönelik yönlendirmesi |
| Katılımcının etkinlikte yaptığı değişiklik | Parktaki gözlemlerle problem bağlamını zenginleştirme | Gerçeklik | Etkinliğin gerçek dünyaya uygunluğunu artırmak |
| Yarı yapılandırılmış görüşme yanıtı | "Etkinlik gerçek hayata uygun, ancak genelleme açısından sınırlı" | Genelleme | Katılımcının kendi değerlendirmesiyle etkinliği prensipler bağlamında yorumlaması |

Kodlama sürecinde iki araştırmacı arasında uyumsuzluk olduğu durumlarda, ilgili birimler birlikte tartışılarak uzlaşmaya varılmıştır. Bu yapılandırılmış yaklaşım hem katılımcıların ChatGPT ile etkileşimlerini hem de yarı yapılandırılmış görüşme yanıtlarını sistematik bir şekilde analiz etmeyi mümkün kılmıştır.

Araştırmanın Geçerliliği

Bu araştırmada geçerlik, içerik ve süreç geçerliliği çerçevesinde ele alınmıştır.

- İçerik Geçerliliği:** Araştırmanın temel verileri, katılımcıların ChatGPT ile etkileşim dokümanları ve yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilmiştir. Bu veriler, araştırmanın amacına uygun olarak matematiksel modelleme etkinliği oluşturma süreçlerini ve modelleme etkinliği prensiplerini doğrudan incelemeye imkân sağlamaktadır. Veri toplama araçları, modelleme etkinliği çalışmalarında literatürde yaygın olarak kullanılan prensipler temel alınarak tasarlanmıştır. Böylece elde edilen

verilerin araştırma sorularıyla örtüştüğü ve içerik açısından uygun olduğu güvence altına alınmıştır.

2. **Süreç Geçerliliği:** Veri toplama süreci pilot çalışma ile test edilmiş, sürecin uygulanabilirliği ve katılımcıların etkinlik oluşturma adımlarını doğru bir şekilde takip edebilmeleri sağlanmıştır. Pilot çalışma sonucunda veri toplama sürecinde ve yarı yapılandırılmış görüşme sorularında gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Bu uygulama, sürecin amaca uygun şekilde yürütülmesini sağlamış ve sürecin geçerli olmasını desteklemiştir.

Ayrıca, verilerin analizi sırasında kodlama kategorilerinin literatürdeki modelleme etkinliği prensipleri temel alınarak belirlenmesi, araştırma bulgularının bu prensipleri doğru biçimde yansıtmasını sağlamıştır.

Araştırmanın Güvenirliği

Araştırmanın güvenirliliği, kodlama süreci, veri üçgenlemesi ve veri seçimi üzerinden sağlanmıştır.

1. **Kodlama Sürecinde Güvenirlik:** Veriler, iki araştırmacı tarafından bağımsız olarak kodlanmıştır. Kodlama sürecinde uyuşmazlık olan durumlar, araştırmacılar tarafından tartışılarak uzlaşmaya varılmıştır. Bu yöntem, yorum farklılıklarını minimize ederek analiz güvenirliliğini artırmıştır.
2. **Veri Üçgenlemesi:** Araştırmada hem ChatGPT ile etkileşim dokümanları hem de yarı yapılandırılmış görüşme yanıtları kullanılmıştır. Bu veri triangülasyonu, katılımcıların süreçlerini ve düşünme biçimlerini farklı açılardan değerlendirmeye imkân sağlamış, bulguların tutarlılığını ve güvenirliliğini artırmıştır.
3. **Katılımcı Seçimi ve Veri Kalitesi:** Katılımcıların daha önce matematiksel modelleme dersi almış olmaları ve ChatGPT kullanımına yönelik deneyimli olmaları, sürecin sorunsuz ilerlemesini ve veri kalitesinin yüksek olmasını sağlamıştır. Nitelikli

veri elde edilemeyen katılımcıların verileri analiz dışında bırakılmış ve bu sayede bulgular yalnızca güvenilir ve derin veri sağlayan örnekler üzerinden sunulmuştur.

Bu önlemler, araştırmanın hem bulgularının tutarlılığını hem de katılımcıların süreçlerini doğru biçimde yansıtmalarını sağlamış, çalışmanın güvenilirliğini güçlendirmiştir.

Bölüm 4

Bulgular, Yorumlar ve Tartışma

Bu tez çalışmasında, matematik öğretmen adaylarının ChatGPT ile matematiksel modelleme etkinliği tasarlama süreçleri incelenmiştir. Bu bölümde, elde edilen verilerin analizi doğrultusunda ortaya çıkan bulgular ve ilişkili yorumlar sunulmuştur. Katılımcıların ChatGPT ile yürüttükleri etkileşimler; model oluşturma etkinliği prensipleri, içerik bilgisi ve ChatGPT'nin süreçteki işlevi bağlamında değerlendirilmiş ve sınıflandırılmıştır.

1. Katılımcıların Etkinlik Dönüşüm Süreçleri: Katılımcı öğretmen adaylarının başlangıç etkinlik taslaklarından son tasarımlarına uzanan geliştirme ve dönüşüm süreçleri genel hatlarıyla ortaya konmakta; tasarımlarda süreç boyunca gerçekleşen temel değişimler özetlenmektedir.

2. Model Oluşturma Etkinliği Prensipleri Çerçevesinde Katılımcı Süreçleri: Öğretmen adaylarının etkinlik tasarlama süreçlerini model oluşturma etkinliği prensipleri doğrultusunda nasıl şekillendirdikleri ele alınmakta ve ilgili prensiplerin tasarımlara yansımalarına ilişkin genel bir çerçeve sunulmaktadır.

3. ChatGPT'nin Kullanım Biçimleri ve Süreçteki Rolü: ChatGPT'nin etkinlik tasarlama sürecinde üstlendiği roller incelenmekte; aracın fikir üretme, düzenleme ve eleştirel yansıtma bağlamlarında öğretmen adaylarına sağladığı destek türleri açıklanmaktadır.

Araştırmanın etik ilkeleri doğrultusunda katılımcılar, bulgular bölümünde Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5 ve Ö6 şeklinde kodlanarak sunulmuştur. Bu yaklaşım ile bireysel farklılıkların sistematik biçimde ortaya konması ve ChatGPT'nin model oluşturma süreçlerindeki rolünün karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Katılımcıların Etkinlik Dönüşüm Süreçleri

Bu bölümde, matematik öğretmen adaylarının ChatGPT ile yürüttükleri etkileşimler sonucunda oluşturdukları matematiksel modelleme etkinliklerinin, başlangıç taslaklarından nihai hâllerine doğru nasıl bir dönüşüm geçirdiği incelenmektedir. Analiz, her bir katılımcının ilk taslaktan

ikinci taslağa geçiş sürecinde hangi yönlendirmeleri yaptığı, ChatGPT'den nasıl geri bildirim aldığı ve etkinliği hangi gerekçelerle yeniden düzenlediğini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Katılımcılara ilişkin kısa dönüşüm özetleri, sürecin genel özelliklerini görünür kılmakta ve sonraki bölümlerde sunulan prensip temelli analiz ile ChatGPT'nin kullanım biçimlerine ilişkin bulgulara zemin oluşturmaktadır.

Katılımcıların ChatGPT ile oluşturdukları ilk ve ikinci etkinlik taslakları, dönüşüm sürecinin daha ayrıntılı biçimde izlenebilmesine ve karşılaştırmalı incelemelerin yapılabilmesine olanak tanımak üzere ekler bölümünde ayrı ayrı sunulmuştur.

Ö1 isimli katılımcı, etkinlik tasarım sürecine *“Türkiye'deki doğurganlık oranının düşmesi bağlamına ait bir modelleme sorusu oluşturmak istiyorum”* diyerek başlamış ve ChatGPT'nin ürettiği ilk taslağı (EK-A1) pedagojik açıdan yetersiz bulmuştur. Katılımcı, bu taslağın kapalı uçlu, adım adım yönlendiren ve öğrenci özerkliğini sınırlayan bir yapıya sahip olduğunu belirlemiş; etkinliği daha açık uçlu, veri temelli ve araştırmaya dayalı bir formata dönüştürmek amacıyla ChatGPT'ye çeşitli yönlendirmelerde bulunmuştur. Bu kapsamda, *“Etkinlikte 'görevler' şeklinde bir kısım olmasın; senaryo, tablo ve yönlendirici sorularla ilerleyelim”* ve *“Verileri biz mi vermeliyiz, öğrenci mi araştırırsın?”* gibi ifadelerle tasarımın yapısal özelliklerini yeniden şekillendirmiş; ayrıca *“Excel veya GeoGebra gibi araçlardan yararlansın”* önerisiyle etkinliğe teknoloji entegrasyonu kazandırmıştır.

Ö1 ayrıca, bağlamın daha nitelikli ve gerçek yaşamla güçlü ilişkiler kuracak şekilde geliştirilmesi gerektiğini belirterek, *“Verdiğin senaryo bence yetersiz; daha uygun bir bağlam oluşturmanı istiyorum”* ifadesiyle ChatGPT'yi yönlendirmiştir. Bu müdahaleler sonucunda, ChatGPT'nin ürettiği ikinci taslak (EK-A2), toplumsal bir problem durumunu temel alan senaryo, gerçek yaşam verileri, açık uçlu araştırma soruları ve dijital araç kullanımını destekleyen bir yapı ile daha bütüncül bir etkinlik hâline gelmiştir.

Ö2, ChatGPT desteğiyle *“Kişisel karbon ayak izini hesaplama”* konusuna dayalı bir modelleme etkinliği tasarlamak istemiştir. Başlangıçta ChatGPT, *“bir şehrin günlük su tüketimi”* üzerine bir etkinlik tasarlamış; bu taslak Ö2'nin hedeflediği karbon ayak izi bağlamını

çağrıştırmış ve süreç içinde bağlam değiştirilmiştir. İlk taslak (EK-B1), öğrenciyi adım adım sonuca yönlendiren bir yapıya sahipti. Katılımcı, taslağı yetersiz bularak ChatGPT'ye aşağıdaki yönlendirmeleri yapmıştır:

- *“Giriş kısmından sonra karbon ayak izinin getireceği tehlikelerden bahsedip öğrencilerde bilinç uyandır.”*
- *“Etkinliğin girişini, neden böyle bir etkinliğe ihtiyacımız olduğuna dair karbon ayak iziyle ilgili açıklamalarla yeniden düzenle.”*
- *“Girişi yaptıktan sonra öğrencinin yönlendirmeye ihtiyaç duymadan karbon ayak izini hesaplamasını sağlayacak bir yöntem ekle.”*

Bu geri bildirimler doğrultusunda ChatGPT, etkinliği yeniden yapılandırmış ve ikinci taslakta (EK-B2), öğrencilerin verilen veriler üzerinden uygun bir matematiksel model geliştirmesi, modelin yorumlanması ve sonuçların tartışılması öngörülmüştür. Etkinlik, senaryo ve çevre bilinci oluşturan yönlendirici sorular içeren açık uçlu bir yapıya kavuşmuştur.

Ö3 isimli katılımcı, ChatGPT desteğiyle *“Depreme Dayanıklı ve Ekonomik Bir Kampüs Planlıyoruz”* konusuna dayalı bir modelleme etkinliği tasarlamak istemiştir. Başlangıçta kampüs içinde en verimli ve dayanıklı binaların planlanmasını hedeflerken, süreç ilerledikçe odağını depreme dayanıklılık senaryosuna kaydırmıştır. Katılımcı, ChatGPT'ye şu yönlendirmeleri yapmıştır:

- *“Elimizde bir bütçe olsun; bu bütçe sınırlamalardan biri olsun. Veri setindeki malzemeleri satan firmaların sayısını artır ve bütçeyi aşmayacak şekilde firma tercihi yap. Seçilen firmadan tüm malzemeleri almak zorunda olsun. Firmalar arasında ciddi bir rekabet olsun.”*
- *“Önce ortalama bir kampüs arazi büyüklüğü belirle, yapılacak bina sayısını birden fazla düşün ve ayrılan bütçeyi 2025 Mayıs dolar kuruna endeksle; buna uygun bir bütçe belirle.”*

- “Senaryonun giriş kısmına deprem farkındalığını artıracak cümleler ekleyebilir misin?”

İlk taslak (EK-C1) daha çok alan hesapları ve mekânsal planlama ağırlıklıydı; katılımcının yönlendirmeleri sonucunda ChatGPT, etkinliği yeniden yapılandırmıştır. İkinci taslakta (EK-C2), öğrencilerin verilen veriler üzerinden uygun bir matematiksel model geliştirmesi, modelin yorumlanması ve sonuçların tartışılması öngörülmüştür. Etkinlik, senaryo, çeşitli veri grupları ve yönlendirici sorular içeren açık uçlu bir yapı kazanmıştır.

Ö4 isimli katılımcı, ChatGPT desteğiyle modelleme etkinliği tasarlamadan önce, model oluşturma prensiplerinin tanıtılması ve ChatGPT'nin Eğitilmesi sürecine ilişkin komutlar vermiştir. Katılımcı, başlangıçta ChatGPT'ye şu yönlendirmelerde bulunmuştur:

- (Prensip Görseli): “Merhaba. Bu bilgiler bir matematik modelleme etkinliğinde bulunması gereken prensipler. Senden bu prensipleri kavramanı ve bundan sonra senden isteyeceğim talepleri bu prensipleri baz alarak yapmanı istiyorum.”
- (Örnek MOE Görselleri): “Bu iki görselde matematiksel modelleme etkinliği örneği yer alıyor. Senden bu modelleme etkinliğini örnek olarak bana MEB 2018 ortaöğretim matematik programı kazanımlarından birine veya birkaçına yönelik bir modelleme etkinliği tasarlamanı istiyorum.”

Süreçte ChatGPT'nin sunduğu ilk öneri (EK-Ç1), doğrudan görev adımları içeren ve kapalı uçlu bir yapıdaydı. Ö4, bu taslağı yetersiz bularak ChatGPT'ye, 2018 öğretim programını yükleyerek aşağıdaki yönlendirmeleri yapmıştır:

- “Bana verdiğin modelleme etkinliğinin bağlamını aynı tutarak, sana verdiğim belgedeki ortaokul kazanımlarından birini veya birkaçını seçerek, daha yaratıcı ve detaylı; aynı zamanda modelleme prensiplerine tamamen uyan bir modelleme etkinliği tasarlamanı istiyorum.”
- “‘Matematiksel görev’ kısmını ve ‘Örnek Hesaplama Yolu (Yardımcı Olur)’ kısmını tamamen kaldırmanı istiyorum.”

- *“Evini daha az enerjiyle aydınlatabilecek bir model kurabilir misin?’ sorusunu ‘Evinde daha az enerjiyle yaşayabileceğin model kurabilir misin?’ sorusuyla değiştirebilir misin? Bu sorunun altına ‘Bana modelini nasıl oluşturduğunu bir mektup yazarak anlatabilir misin?’ sorusunu ekler misin?”*

Bu yönlendirmeler sonucunda ChatGPT, Ö4’ün taleplerini dikkate alarak etkinliği yeniden yapılandırmıştır. İkinci taslakta (EK-Ç2), öğrencilerin verilen veriler üzerinden uygun bir matematiksel model geliştirmesi, modelin yorumlanması ve sonuçların tartışılması öngörülmektedir. Etkinlik, senaryo, veri tablosu ve yönlendirici sorular içeren, açık uçlu ve ortaokul seviyesine uygun bir yapıya kavuşmuştur.

Ö5 isimli katılımcı, ChatGPT desteğiyle “Afetzedelere yardım kolisi” konulu bir modelleme etkinliği tasarlamak istemiştir. ChatGPT’nin sunduğu ilk taslak (EK-D1), doğrudan görev adımları içeren kapalı uçlu bir yapıya sahiptir. Ö5, taslağı yetersiz bularak ChatGPT’ye aşağıdaki yönlendirmeleri yapmıştır:

- *“Yardım kolisi bağlamı aynı kalsın, ancak afetzedelerin ihtiyaç durumuna daha uygun ürünler seç.”*
- *“Ürün listesinde miktarlar tam sayı olmalı, gerçeklik prensibine uymuyor.”*
- *“Çözüm yolları az; öğrencilerin daha fazla farklı yol üretebileceği bir yapı kur.”*

Buna göre ChatGPT etkinliği yeniden yapılandırmış ve ikinci taslakta (EK-D2), öğrencilerin verilen veriler üzerinden matematiksel bir model oluşturması, modeli yorumlaması ve çözüm yollarını tartışması öngörülmüştür. Etkinlik; senaryo, veri tablosu ve yönlendirici sorular içeren açık uçlu bir yapıya kavuşmuştur.

Katılımcı Ö6, ChatGPT desteğiyle önce kazanımı belirleyerek “Bütçeyle alışveriş” konulu bir modelleme etkinliği tasarlamak istemiştir. ChatGPT’nin oluşturduğu ilk taslak (EK-E1), bağlamı zayıf ve yüzeysel bulunmuştur. Ö6, taslağı geliştirmek için aşağıdaki yönlendirmeleri yapmıştır:

- *“Modelleme prensiplerini açıkla; etkinliği bu prensiplere göre oluştur.”*

- “Senaryoda öğrenci sayısı/sınıf sayısı gibi verileri açıkça verelim.”
- “Sorular açık uçlu olsun; yönlendirme ifadelerini (‘sizden beklenen’) kaldırı.”
- “Ürün fiyatlarını gerçekçi yap.”

Bu geri bildirimler doğrultusunda ChatGPT etkinliği yeniden yapılandırılmış ve ikinci taslakta (EK-E2), öğrencilerin verilen veriler üzerinden bir matematiksel model geliştirmesi, modeli yorumlaması ve çözüm önerilerini tartışması beklenmiştir. Etkinlik; senaryo, veri tablosu ve sorgulayıcı sorular içeren daha açık uçlu ve gerçekçi bir yapıya kavuşmuştur.

Model Oluşturma Etkinliği Prensipleri Çerçevesinde Katılımcı Süreçleri

Bu bölümde, araştırmaya katılan matematik öğretmen adaylarının ChatGPT desteğiyle geliştirdikleri model oluşturma etkinlikleri, Lesh ve arkadaşları (2012) tarafından tanımlanan model oluşturma etkinliği prensipleri çerçevesinde analiz edilmiştir. Analiz sürecinde katılımcıların ChatGPT'ye yönelttikleri istemler, üretilen ilk ve son etkinlik taslakları, süreç boyunca yaptıkları düzenlemeler, ChatGPT'nin önerilerine verdikleri tepkiler ve tasarım kararlarına ilişkin yansıtıcı açıklamalar bütüncül olarak incelenmiştir. Bu kapsamda, katılımcıların farklı toplumsal, çevresel ve matematiksel bağlamlarda etkinlik tasarlarken söz konusu prensipleri nasıl yorumladıkları; problemi algılama biçimleri, modelleme etkinliği oluşturma stratejileri, ChatGPT'den aldıkları desteğe bağlı olarak yaptıkları iyileştirmeler ve pedagojik karar verme süreçleri karşılaştırmalı bir bakış açısıyla ortaya konulmuştur.

Gerçeklik Prensiibi

Gerçeklik prensibi, modelleme etkinliklerinde öğrencilerin günlük yaşamla bağlantılı, anlamlı ve bağlamsal problemlerle karşılaşmasını sağlar (Lesh ve ark., 2012). Araştırma bulguları, katılımcıların bu prensibi bağlam seçimi, veri temelli içerik ve gerçek yaşam koşullarını yansıtmaya bakımından farklı biçimlerde uyguladıklarını göstermektedir. Böylece, öğrencilerin problem çözme sürecinde gerçek dünya farkındalığı geliştirmeleri desteklenmiştir. Bulgular, dört tema altında sunulmaktadır.

Bağlamın Güncelliği ve Toplumsal Gerçeklikle İlişkilendirilmesi. Katılımcılar, etkinlik bağlamının güncel ve toplumsal önemi olan bir problemle ilişkilendirilmesini öncelikli gördüler. Ö1 isimli katılımcı, sürecin yönelimini doğrudan toplumsal bir konu üzerinden belirlemiştir:

“Türkiye’deki doğurganlık oranının düşmesi bağlamına ait bir modelleme sorusu oluşturmak istiyorum. Yardımcı olur musun?”

Süreç içindeki değerlendirmesi de bağlamın gerçek yaşamla ilişkisinin korunmasına yönelikti:

“Bence gerçekliği maksimum düzeyde tuttuk çünkü doğurganlık oranı nasıl etkiler diye sorduk ya, o anlamda uygun bence.”

Ö2, önerilen “Su Tüketimi” temasını yeterli bulmayıp daha güncel ve anlamlı bir sorun olan “Karbon Ayak İzi”ni tercih ettiğini ifade etmiştir:

“Gerçeklik prensibi, çok gerçek bir probleme değindiği için içime sindi.”

Katılımcı Ö5, afet bölgesine gönderilecek yardım kolileri bağlamını çalışırken, senaryonun gerçek hayattaki karşılığını özellikle vurgulamıştır. Katılımcı, yardım malzemelerinin doğrudan tüketilebilir olması gerektiğini, aksi hâlde bağlamın inandırıcılığının zayıflayacağını belirtmiştir. ChatGPT’nin önerdiği senaryodaki miktarların kesirli olması üzerine şu değerlendirmeyi yapmıştır:

“Yani gerçi burada tam sayı diye belirtmemiştik ama hani gerçekliğe uymuyormuş gibi düşünebiliriz burada.”

Ö6 ise alışveriş ve indirim temasının 7. sınıf düzeyinde hem güncel hem de öğrencinin günlük yaşamıyla kolay ilişkilendirilebilir olduğunu ifade ederek konu seçimini şu sözlerle gerekçelendirmiştir:

“Şu an 7. sınıf olabilir gibi düşündüm, indirim alışverişte en avantajlı seçenek.”

Bu durum, Ö3 ve Ö4'ün deprem ve enerji tüketimi gibi temaları seçmesinde de görüldüğü gibi, tüm katılımcıların bağlam seçiminde toplumsal gerçekliği önemsediklerini göstermektedir.

Bağlamın Derinliği — Veri ve Açıklayıcı Materyal Talebi. Katılımcılar bağlamın yalnızca konu olarak seçilmesinden ziyade içerik olarak da derinleştirilmesini talep etmişlerdir. Ö1, bağlamın güçlendirilmesi için bilgi temelli giriş metinleri istemiştir:

“Etkili bir modelleme etkinliği oluşturmak istediğim için verdiğin senaryo bence yetersiz. Daha güzel bir tanıtıcı makale yazarak daha uygun bir bağlam oluşturmanı istiyorum.”

Ö3, ekonomik ve nicel parametrelerin (bütçe, döviz kuru vb.) etkinliğe dâhil edilmesini isteyerek bağlamı nicel olarak zenginleştirmiştir:

“Elimizde bir bütçe olsun [...] firmalar arası ciddi bir rekabet olsun istiyorum.”

Ö4 ise ampul watt değerleri, kullanım süreleri ve birim fiyat gibi ölçülebilir verilerin kullanılmasını gerçeklik için önemli bulmuştur:

“Gerçeklik prensibi konusunda ben ChatGPT'ye katılıyorum. Çünkü kullandığı veriler günlük hayatla birebir.”

Ö5 ise bağlamın derinliğini artırmak için miktarların gerçek hayatta kullanılan birimlerle tutarlı olmasını önemli görmüş ve kesirli ölçülerin gerçeklik hissini zayıflattığını belirtmiştir. ChatGPT'den şu net talepte bulunmuştur:

“Miktarları yazarken sadece tam sayıları kullanabilir misin?”

Katılımcı Ö6, gerçeklik için eksik verilen bilgilerin tamamlanmasını zorunlu görmüş, ilk tasarlarda toplam öğrenci sayısı gibi kritik verilerin bulunmadığını belirtmiştir:

“Kaç sınıf, kaç öğrenci var, onu da vermemiş. Her şey tahmine göre mi olacak?”

Bu doğrultuda, ChatGPT'ye verdiği komutla senaryoya toplam 4 sınıf ve her sınıfta 25 öğrenci (toplam 100 öğrenci) bilgisinin eklenmesini sağlamıştır:

“Okulda toplam kaç sınıf veya kaç öğrenci olduğunu öğrencilere soruda verelim.”

Ö6'nin veri talebi bununla da sınırlı kalmamış, senaryodaki ürün fiyatlarının gerçeği yansıtması gerektiğini vurgulamıştır:

“Ürünlerin fiyatlarını daha gerçekçi verebilir misin?”

Bu örüntü, katılımcıların gerçekçi veri kullanımı olmadan modellemenin anlamını kaybedeceği yönünde ortak bir görüşe sahip olduklarını göstermektedir.

Öğrenci Motivasyonu, Farkındalık ve Etik Yön. Katılımcılar, gerçekliği öğrencinin anlamlı ve motive edici biçimde ilişkilendirilmesi gereken bir unsur olarak değerlendirmişlerdir. Ö2, başlangıç taslağının motivasyon eksikliğine dikkat çekmiş ve bağlama çevresel tehlikeler ekleyerek bilinçlendirme amaçlı bir giriş önermiştir:

“Ama bir ihtiyaç için yapılıyor gibi değil de bir etkinlik gibi ele almış. Yapılmak için yapılıyor gibi. Niye yapıyoruz? Bilmiyoruz mesela.”

“Giriş kısmından sonra karbon ayak izinin verdiği tehlikelerden bahsederek bilinç uyandır.”

Ö3, deprem bağlamında başlangıca farkındalık kazandıracak ifadelerin eklenmesini istemiştir:

“Senaryonun girişine daha farkındalık kazandıracak cümleler ekleyebilir misin.”

Ö5, yardım kolisi bağlamının öğrenciler açısından anlamlı ve inandırıcı olabilmesi için senaryonun amacının açık biçimde belirtilmesini önemli bulmuştur. Katılımcı, dağıtılan ürünlerin günlük ihtiyaçla ilişkilendirilmesinin öğrencide empati ve farkındalık oluşturacağını ifade etmiş ve senaryoya şu ifadenin eklenmesini istemiştir:

“Modellemede dağıtılan koliler günlük ihtiyaca göre dağıtılacak.”

Bu yönlendirme, bağlamın yalnızca matematiksel değil, sosyal ve etik bir boyut da taşıması gerektiği yönündeki katılımcı eğilimleriyle örtüşmektedir.

Ö6, öğrencilerin tek bir çözüm yoluna sıkışmadan gerçek yaşamda olduğu gibi farklı seçenekler geliştirebilmesini hedeflemiş ve senaryonun bu özgürlüğü yansıtmasını istemiştir. Katılımcı, öğrencilere tercih hakkı tanıyan ifadelerin eklenmesini şu sözlerle talep etmiştir:

“Senaryoda öğrencilere istedikleri ürünleri bütçelerine uygun olacak şekilde istedikleri gibi seçebileceğini belirt.”

Gerçek Dünya Kısıtları ve Alternatif Senaryoların Entegrasyonu. Katılımcılar, etkinliğin gerçekçi olması için kısıtlar ve alternatif durumlar eklemeye yönelmişlerdir. Ö3, senaryoya bütçe ve rekabet koşulları dâhil ederek piyasa dinamiklerini modellemeye çalışmıştır:

“Firmalar arası ciddi bir rekabet olsun istiyorum. Bütçeyi 2025 Mayıs dolar kuruna endekslemeni istiyorum.”

Ö4, öğrencilerin karşılaşılabileceği alternatif gözlemleri ve öngörülerini etkinliğe taşımıştır:

“Ya da eski ampullere, yeni ampullerle değiştiresek de fiyat düşer. Artık herkes led ampül de kullandığı için bu cevap gelmeyebilir ama. Böyle bir öngörü de var bende.”

Katılımcı Ö5, yardım kolisi bağlamında miktarların yalnızca tam sayı olarak verilmesi gerektiğini vurgulayarak, senaryonun gerçek hayattaki standart paketleme biçimleriyle uyumlu hâle getirilmesini sağlamıştır. Kesirli değerlerin “gerçekliğe uymuyormuş gibi” durduğunu ifade etmesi, katılımcının gerçek dünya kısıtlarını dikkate aldığına işaret etmektedir.

Bu yaklaşımlar, gerçekliğin yalnızca statik bir bağlam değil; dinamik ve kısıtlarla örülü bir yapı olarak ele alındığını ortaya koymaktadır.

Model Oluşturma Prensipleri

Model oluşturma prensibi, öğrencilerin hazır çözümleri uygulamak yerine, etkinlikte yer alan verilerden yola çıkarak kendi matematiksel modellerini geliştirmelerini gerektiren bir ilkedir (Lesh ve ark., 2012). Katılımcılar, bu prensibi uygularken öğrencilerin özerkliğini, teknolojik

araçları kullanma biçimlerini ve pedagojik sınırlamaları dikkate almış; böylece farklı tasarım stratejileri ortaya çıkmıştır. Bulgular, model geliştirme sürecine ilişkin çeşitliliği gösteren temalar altında sunulmaktadır.

Öğrenci Özerkliği ve Model Geliştirme. Katılımcı Ö1, problem bağlamında hazır bir modeli kullanmayı değil, verilerden yola çıkarak öğrencilerin kendi modellerini oluşturmasını hedeflemiştir. Katılımcı, elindeki doğurganlık oranı verilerini temsil eden uygun bir cebirsel ifadeye ulaşmaları gerektiğini belirtmiş; ancak model oluşturma sürecinin manuel olarak zorlu olduğunu kabul ederek teknolojik araç kullanımını zorunlu kılmıştır:

“Tablo verilere uygun ve verileri temsil eden cebirsel bir ifade yazacak. Hiç yoktan görsel oluşturması gerekiyo[...]. Burda hala denklemin kendisi kurabileceğini sanmıyorum nokta girerek uygun bir grafik modeli elde edilebilir.”

Ö1 ayrıca öğrencilerin problemdeki verileri en iyi temsil eden matematiksel modele ulaşmalarını teşvik etmiştir:

“Etkinliğin görevler şeklinde olmasını istemiyorum... Teknolojik araçlardan yararlanarak problemdeki bu verileri en iyi temsil eden matematiksel modele ulaşmanı istiyorum.”

Ö2 de öğrencilerin kendi verilerini kullanarak karbon ayak izi hesaplama modeli geliştirmelerini teşvik etmiştir:

“Etkinliğin güçlü yanı: Öğrencilerden kendi yaşamlarından veriler toplayıp bir karbon ayak izi hesaplama modeli kurmaları isteniyor. Ayrıca, değişim senaryoları ile modeli geliştirmeleri bekleniyor.”

Ö2, model oluşturma prensibinin yalnızca hesaplama değil, geliştirme ve hedefe ulaşma amaçlı kullanılmasını vurgulamıştır:

“Model oluşturma prensibini kurguladık. Neye ihtiyaç duyduğunu algıladı ve buna uygun bir model oluşturması gerektiğini algıladı.”

Katılımcı Ö5, mevcut koli sayıları ve içerikleriyle bir yere varılamadığını belirterek, senaryoyu 4–5 farklı aileye stoktan dağıtım yapmaya dönüştürmeyi istemiştir. ChatGPT'nin önerdiği iki yanıt arasında seçim yaparken şunları ifade etmiştir:

“Açıkçası sağdakinin yine böyle tek cevabı olabilir, tek cevabı olmasa bile daha akla gelen şeyler çok sınırlıymış gibi geldi bana ya da ben öyle düşünüyorum bilmiyorum.”

Ö5, öğrencilerden hangi üründen ne kadar verilmesinin uygun olduğunu hesaplayacakları bir denklem oluşturmalarını açıkça istemiştir:

“Modelleme etkinliğinde öğrencilere hangi aileye, hangi üründen ne kadar sayıda verilmesinin uygun olduğunu hesaplayabilecekleri bir denklem oluşturmalarını iste.”

Ö6, ChatGPT'nin ilk taslakta sunduğu soruların öğrencilere aşırı yönlendirici olmasından endişe duymuş ve öğrencilerin kendi stratejilerini oluşturmasını sağlayacak şekilde soruların revize edilmesini sağlamıştır:

“Öğrencilere verilen yönlendirici sorular modelleme prensipleri açısından uygun mu değil mi ben tam emin olamadım. Sen bu konu hakkında ne düşünüyorsun?”

Bazı soruların doğrudan hedefli sonuca yönlendirdiğini ve öğrencinin kendi modelini kurma sürecini zedeleyeceğini düşünmüştür:

“Hani onları kendisi mi düşünmesi gerekiyor diye düşünüyordum ben.”

Ö6, talimat vererek soruların daha açık uçlu, eleştirel düşünmeye ve strateji geliştirmeye teşvik eden biçimlere dönüştürülmesini sağlamıştır:

“Tamam soruları daha açık uçlu haliyle soralım. [...] Açıkçası bunlar üsttekilerden biraz daha içime sindi.”

Pedagojik Sınırlamalar ve Öğrenci Seviyesi. Ö3, öğrencilerin firma, malzeme ve kat sayısı gibi değişkenleri kullanarak güvenlik ve maliyet modelleri oluşturmasını hedeflemiştir. Ancak sürecin sonunda Güvenlik Puanı formülünün hazır sunulması, model oluşturma

prensibine uyum derecesini azaltmış ve yarı güçlü uyum olarak nitelendirilmiştir. Ö3, bunu pedagojik bir tercih olarak açıklamıştır:

“Burda formülü vermeseydim, süreci biraz zorlaştırsaydım baştaki gibi bana gerçekçi gelmezdi, bunu 10. sınıf öğrencisi yapamaz derdim. Bu haliyle daha uygun geliyor.”

Ö4 ise öğrencileri kısıtlamamak amacıyla, ChatGPT'nin ilk önerdiği “Matematiksel Görev” ve “Örnek Hesaplama Yolu” bölümlerini etkinliğin son hâinden tamamen çıkarmıştır. Bu düzenleme, öğrencilerin kendi stratejileriyle özgün çözüm yolları geliştirmelerini ve kendi modellerini kurmalarını teşvik etmiştir:

“Çünkü modellemenin zaten doğasında herkesin farklı strateji izlemesi var. Hem mesela herkese grafik tablo oluştur dersem herkese grafik tablo oluşturmaya çalışır. Belki bir öğrenci çıkacak grafik tablo oluşturmadan bir rapor oluşturacak.”

Katılımcı Ö5, denklem kurma ve dağıtım hesaplamalarını modelleme sürecine dahil etmiş, öğrencilerden “hangi aileye, hangi üründen ne kadar sayıda verilmesinin uygun olduğunu hesaplayabilecekleri bir denklem oluşturmalarını” istemiştir:

“Modelleme etkinliğinde öğrencilere hangi aileye, hangi üründen ne kadar sayıda verilmesinin uygun olduğunu hesaplayabilecekleri bir denklem oluşturmalarını iste.”

Ö6 ise soruları daha açık uçlu hâle getirerek öğrencilerin özerk düşünmesini teşvik etmiş ve aşırı yönlendirici soruların öğrencilerin kendi modelini kurma sürecini zedeleyebileceğini belirtmiştir:

“Hani onları kendisi mi düşünmesi gerekiyor diye düşünüyordum ben. [...] Tamam soruları daha açık uçlu haliyle soralım.”

Bu yaklaşımlar, model oluşturma prensibine uyumu güçlendirmiş ve öğrencilerin problem çözme stratejilerini geliştirmelerine olanak sağlamıştır.

Öz-değerlendirme Prensibi

Öz-değerlendirme prensibi, öğrencilerin kendi modelleme süreçlerini ve sonuçlarını eleştirel bir bakış açısıyla inceleyerek, süreç içinde öğrenmelerini ve matematiksel modellerini geliştirmelerini sağlayan temel bir ilkedir (Lesh ve ark., 2012). Araştırmada, katılımcılar bu prensibi, yönlendirici sorular ve süreç farkındalığını artırıcı görevler aracılığıyla farklı biçimlerde entegre etmiştir. Bulgular, öğrencilerin öz değerlendirme kapasitelerini geliştiren temalar altında sunulmaktadır.

Süreç Farkındalığını Artıran Görevler. Katılımcılar, öğrencilerin yalnızca matematiksel sonuçlara değil, modelleme sürecine dair farkındalık kazanmalarını sağlayacak görevler eklemiştir.

Ö1, modelin güçlü ve zayıf yönlerinin tartışılmasını ve tahminlerin güvenilirliğinin sorgulanmasını sağlayan unsurları etkinliğe eklemiştir:

“Etkinlikte oluşturulan modelin anlatılmasını istedim, böylece kişi de kendini değerlendirmek zorunda kalacak. Bu prensip ile sadece matematiksel çıktılara değil, süreç farkındalığına ve öz değerlendirmeye sağlıyorsun.”

Ö4, öğrencilerin süreç farkındalığını artırmak amacıyla modelin anlatılmasını talep eden mektup yazma görevini eklemiştir:

“Kendini değerlendirmeyi en çok yazarken yapıyorlar zaten. Yazarken çünkü diyorlar, evet burada bunu yapmışım, doğru mu yapmışım tekrar dönüp değerlendiriyor.”

Ö5, öğrencilerin sadece bir sonuca ulaşmasını değil, ulaştıkları çözümü eleştirel bir gözle değerlendirmelerini sağlamıştır. ChatGPT'nin hazırladığı görevlerle, öğrencilerden kurdukları modelin gerçekçi olup olmadığını ve alternatif modeller denemek isteyip istemediklerini sorgulamaları istenmiştir:

“Kurduğun denklemleri kullanarak her aile için ürün miktarlarını hesapla. Her ürünün toplam kullanımının stok sınırını aşp aşmadığını kontrol et.”

Yönlendirici Sorularla Eleştirel Değerlendirme. Bazı katılımcılar, öğrencilerin modelde yaptıkları varsayımları ve karar gerekçelerini sorgulamalarını sağlayan yönlendirici sorular eklemiştir.

Ö2, öğrencilerin modelin gerçek yaşamda uygulanabilirliğini sorgulamasını desteklemiştir:

“Modelinizde hangi varsayımlar yaptınız? Bunlar ne kadar geçerli? Gerçek yaşamda kullanılabilir misin diyor, özdeğerlendirme var.”

Ö3, öğrencilerin karar gerekçelerine odaklanmalarını ve alternatif stratejileri değerlendirmelerini sağlayacak sorular tasarlamıştır:

“Kararınızı verirken hangi noktaları ön planda tuttunuz? (Maliyet mi, güvenlik mi?) [...] Sizce daha iyi bir çözüm için başka hangi yollar denenebilir?”

Ö6 ise etkinlik sonunda oluşan modelin güçlü ve zayıf yönlerinin sorgulanmasını sağlamıştır. Etkinliğin sonunda yer alan açık uçlu sorular arasında, öğrenciyi modeline eleştirel bakmaya iten sorusu yer almaktadır:

“Sence oluşturduğun planın güçlü ve zayıf yönleri neler? Bu planı geliştirmenin yolları olabilir mi?”

Özerklik ve Sürekli Sorgulama: Bazı katılımcılar, öğrencilerin kendi stratejileriyle çözümler geliştirmelerini ve sürekli sorgulamalarını destekleyecek tasarımlar yapmıştır.

Ö1, öğrencilerin raporlarında karşılaştıkları zorlukları ve çözüm süreçlerini anlatmalarını sağlayarak özerklik ve öz değerlendirmeyi desteklemiştir:

“Bu sürecin sonunda oluşturduğun raporda karşılaştığı zorluklarla birlikte bu etkinlik boyunca geçirdiği süreci ve bulduğu fonksiyona ulaşma sürecini de anlatsın.”

Ö4, etkinlik metninde yer alan “Bu bir 'doğru cevap' problemi değil” uyarısı ile öğrencilerin tek bir doğru çözüme bağlı kalmasını engellemiştir:

“Ben bunu bırakmak istiyorum. Aynı zamanda modelleme etkinliğine alıştırmak için öğrenciyi güzel bir şey. Yani en azından bilecekler. Doğru cevap yok.”

Model Belgeleme Prensibi

Model belgeleme prensibi, öğrencilerin geliştirdikleri matematiksel modelleri açık ve anlaşılır bir biçimde kaydetmelerini, adım adım açıklamalarını ve süreci görünür hâle getirmelerini gerektiren temel bir ilkedir (Lesh ve ark, 2012). Bu sayede öğrenciler hem kendi düşünme süreçlerini hem de başkalarının modellerini anlayabilmesini sağlar. Katılımcıların etkinlik tasarımları, belgelemenin kapsamını ve yöntemlerini farklı düzeylerde uyguladıklarını göstermektedir. Bulgular, iki tema altında sunulmaktadır.

Süreç Farkındalığını Belgeleme. Katılımcılar, öğrencilerin modelleme sürecini adım adım kaydetmelerini sağlayacak düzenlemeler yapmıştır.

Ö1, etkinliğe bir yazılı rapor bölümü ekleyerek öğrencilerin veri analizi ve model kurma süreçlerini ayrıntılı biçimde anlatmalarını istemiştir:

“Etkinlik boyunca nasıl bir süreç geçirdiğinizi ve hangi adımları izlediğinizi açıkça anlatın [...] Verileri analiz ederken ve modelinizi kurarken karşılaştığınız zorlukları ve bunlara nasıl çözümler bulduğunuzu belirtin.”

Benzer şekilde, Ö2 de öğrencilerin süreci adım adım raporlamasını sağlayarak belgeleme prensibini güçlendirmiştir:

“Belgeleme prensibinde öğrencinin kendi karbon ayak izini ve alternatif yolları değerlendirirken kullanacağı işleyişte bir belgelendirme yapması gerekeceğinden bu prensibi de sağlıyor.”

Ö5, modelleme sürecinin aşamalarının ve sonuçlarının yazılı olarak sunulmasını bir görev olarak belirlemiştir. Öğrencilerden, kullandıkları formülleri, dağıtım planını gösteren tabloyu ve kendi modelleme stratejilerini açıklayan kısa bir rapor hazırlamaları talimatı verilmiştir:

“Etkinliğin sonunda şunları içeren kısa bir rapor hazırla: Kurduğun denklemler ve neden bu şekilde kurduğun, her ailenin hangi üründen ne kadar aldığını gösteren tablo, kullandığın stratejiler (örneğin yaşa göre, cinsiyete göre vs.)”

Ö6 ise etkinlikte yalnızca sonuç bulunmasını değil, tüm süreçlerin ve varsayımların raporlanmasını beklemiştir. ChatGPT'nin önerdiği aşağıdaki sorular, katılımcı tarafından etkinlikte kullanılmasına izin verilmiştir:

“Hangi ürünlerden kaçar tane aldın? Hangi indirimleri kullandın, nasıl hesapladın?”

Zorluk ve Çözüm Yöntemlerini Belgeleme. Katılımcılar, öğrencilerin süreç boyunca karşılaştıkları sorunları ve bunlara buldukları çözümleri belgelemelerini sağlayacak yönlendirmeler geliştirmiştir. Ö3, modelin farklı koşullar altında test edilmesini ve öğrencilerin raporlarında bu süreci açıklamalarını istemiştir:

“Etkinlikte, üç farklı firma ve dört malzeme türü üzerinden aynı modelleme sürecini test etmelerini istedim; öğrenciler raporlarında bu senaryoları belgeleyip modelin farklı koşullarda nasıl işlediğini analiz etmeliler.”

Ö1 de öğrencilerin modelleme sürecinde karşılaştıkları zorlukları raporlarında açıklamalarını sağlayarak benzer bir yaklaşımı benimsemiştir:

“Etkinlik boyunca nasıl bir süreç geçirdiğinizi ve hangi adımları izlediğinizi açıkça anlatın [...] Verileri analiz ederken ve modelinizi kurarken karşılaştığınız zorlukları ve bunlara nasıl çözümler bulduğunuzu belirtin.”

Model Genelleme Prensibi

Model genelleme prensibi, öğrencilerin oluşturdukları matematiksel modellerin yalnızca belirli bir problem veya veri setiyle sınırlı kalmayıp, farklı koşullar ve senaryolara uygulanabilir olmasını gerektiren temel bir ilkedir (Lesh ve ark., 2012). Katılımcılar, bu prensibi, öğrencilerin modeli çeşitli senaryolar üzerinde test etmelerini ve esnekliğini değerlendirmelerini sağlayacak şekilde tasarıma entegre etmiştir. Bulgular, genelleme kapasitesini ortaya koyan iki tema altında sunulmaktadır.

Sınırlılık ve Geçerlilik Tartışması. Katılımcılar, öğrencilerin modellerin sınırlılıklarını ve geçerlilik sınırlarını sorgulamalarını teşvik etmiştir.

Ö1, modelin farklı bağlamlarda uygulanabilirliğini sorgulamak amacıyla şu yönlendirmeleri yapmıştır:

“Bu modelin sınırlılıkları nelerdir diye sordum; bunlar da gerçek hayat ile ilişki kurmasına sebep olacak. [...] Türkiye’de ortaya çıkan bir formül İspanya’ya uygulanabilir mi?”

Ö2, öğrencilerin mevcut modeli farklı koşullar altında test etmelerini ve alternatif senaryolar oluşturmalarını sağlamıştır:

“Ne kadar azalttıklarını sorgulatmak yerine daha belirgin bir hedef olan karbon ayak izlerini yarıya düşürmelerini isteyelim.”

Ö4, ChatGPT tarafından önerilen sorgulayıcı sorulardan birini tutarak öğrencilerin modelin farklı bağlamlarda uygulanabilirliğini değerlendirmesini sağlamıştır:

“Bu modeli başka ailelerde ya da okullarda da kullanmak mümkün olur mu?”

“Ben bu soruyu çok beğendim, çünkü herkes farklı bir şey yazacak bence.”

Bu uygulamalar, öğrencilerin modelin sınırlarını ve farklı bağlamlara uyarlanabilirliğini eleştirel biçimde değerlendirmelerine olanak sağlamıştır.

Farklı Senaryolar ve Parametrelerle Test. Katılımcılar, modelin genellenebilirliğini artırmak için farklı senaryolar ve parametreleri etkinliğe dahil etmiştir. Ö3, öğrencilerin modeli farklı koşullar için uyarlayabilmelerini teşvik etmiştir:

“Genelleme kısmı olmaz mı acaba, prensiplere de uyuyor bence, sanırım ben beğenmedim, gerçeklik kısmında içime sinmedi gibi.”

Ö4, üç farklı firma ve dört malzeme türü üzerinden aynı modelleme sürecinin test edilmesini sağlayarak genelleme becerisini güçlendirmiştir:

“Elimizde bir bütçe olsun; bu bütçe de sınırlamalardan biri olsun ve veri setindeki malzemeleri satan firmaların sayısını artıralım; bütçeyi aşmayacak şekilde firma tercihinde bulunsun. Seçilen firmadan bütün malzemeleri almak zorunda kalsın.”

Ö6, oluşturulan alışveriş planının sadece 25 kişilik bir sınıf için değil, daha büyük popülasyonlar için de geçerliliğini test etmeye odaklanmıştır.

“Aldığın kararlar okulun tüm 7. sınıfları (100 öğrenci) için de geçerli olur mu? Farklı öğrenci sayılarında alışveriş planı nasıl değişir?”

Bu yönlendirmeler, katılımcıların model genelleme prensibini yalnızca farklı senaryolar ve parametreler üzerinden uygulanabilirliği sağlamakla sınırlı görmediklerini; aynı zamanda öğrencilerin modelleri eleştirel biçimde değerlendirmelerini ve yeni koşullara uyarlayabilmelerini desteklediklerini göstermektedir.

Etkili Prototip Prensibi

Etkili prototip prensibi, öğrencilerin soyut modelleri somut temsillerle (prototipler) test etmelerini ve modelin işleyişini deneyimlemelerini öngörür (Lesh ve ark., 2012). Araştırmada, katılımcılar bu prensibi, prototiplerin oluşturulması, değerlendirilmesi ve farklı senaryolarla test edilmesi üzerinden farklı düzeylerde uygulamışlardır. Bulgular, prototip kullanımını destekleyen üç tema altında sunulmaktadır.

Prototipin İşlevselliği ve Tekrar Kullanılabilirliği. Katılımcılar, prototiplerin yalnızca bir etkinlikte kullanılmakla kalmayıp, benzer konular için de bir referans görevi görmesini amaçlamıştır.

Ö1, demografik eğilimlerin analizine yönelik oluşturduğu fonksiyonel modelin, ileride benzer konular için kullanılacak bir prototip olabileceğini ifade etmiştir:

“Bence olabilir. Böyle bir konu üzerinde çalışıyorsak bence oluşturabileceğimiz hani ilk taslak model olabilir.”

Ö5, ilk etkinlikte çözüm yolu sayısını az bulduğunu belirterek, çözüm yollarının sayısını artırmasını talep etmiştir.

“Oluşturduğun modelleme etkinliğinde öğrencilerden istediğin çözüm yolları sayısı miktarını az buldum. Çözüm yollarının sayısını arttırmak için modelleme etkinliğini geliştirebilir misin?”

Böylece ChatGPT, öğrencilerden Puanlama Sistemi, Yüzdeler Uyum, İhtiyaç Önceliği Sistemi ve Ürün Takası Stratejisi gibi en az iki farklı model kurmalarını isteyen bir yapı sunmuştur.

Modelin Güçlü ve Zayıf Yönlerinin Deneyimlenmesi. Katılımcılar, öğrencilerin modelin güçlü ve zayıf yönlerini fark etmelerini sağlayacak etkinlik tasarımları geliştirmiştir.

Ö1, modelin sınırlılıklarını tartışacak soruları etkinliğe eklemiştir:

“Modelinizin güçlü ve zayıf yönlerini tartışın. Gerçek dünyada bu modelin hangi sınırlılıkları olabilir?”

Ö3 ise öğrencilerin süreç boyunca karar gerekçelerini ve alternatif çözümleri sorgulamasını sağlayan sorulara yer vermiştir:

“Kararınızı verirken hangi noktaları ön planda tuttunuz? [...] Sizce daha iyi bir çözüm için başka hangi yollar denenebilir?”

Prototipin Oluşturulması ve Alternatif Senaryolarla Test Edilmesi. Katılımcılar, öğrencilerin prototipi kendi modelleri üzerinden oluşturmasını ve farklı koşullarda test etmelerini teşvik etmiştir.

Ö2, öğrencilerin değişkenleri tanımlayıp formülleri oluşturarak kendi prototiplerini geliştirmesini sağlamıştır:

“Çok emin değilim ama ortaya bir prototip çıkıyor.”

Ö4 ise öğrencilerin süreç farkındalığını artırmak ve tek bir doğru çözüme bağlı kalmalarını engellemek için yazılı mektup görevini eklemiş ve etkinlik metninde yer alan uyarıyı korumuştur:

“Kendini değerlendirmeyi en çok yazarken yapıyorlar zaten. Yazarken çünkü diyorlar, evet burada bunu yapmışım, doğru mu yapmışım tekrar dönüp değerlendiriyor. [...] Ben bunu bırakmak istiyorum. Aynı zamanda modelleme etkinliğine alıştırmak için öğrenciyi güzel bir şey. [...] Doğru cevap yok.”

Bu bulgular, katılımcıların Etkili Prototip Prensiğini, prototipi farklı senaryolarla test etmesi ve modelin güçlü/zayıf yönlerini analiz etmesi yoluyla pedagojik olarak tasarıma dahil ettiklerini göstermektedir.

ChatGPT'nin Kullanım Biçimleri ve Süreçteki Rolü

Katılımcıların model oluşturma etkinliği geliştirme sürecinde ChatGPT ile kurdukları etkileşim, yapay zekânın yalnızca içerik üreten bir araç olmadığını; aynı zamanda düşünme süreçlerini şekillendiren, karar verme aşamalarını yönlendiren ve pedagojik muhakemeyi destekleyen çok boyutlu bir rol üstlendiğini göstermektedir. Bulgular dört tema altında sunulmuştur.

Fikir Geliştirici ve Rehber Rolü

Katılımcıların tümü, ChatGPT'nin etkinlik tasarlama sürecinin erken aşamalarında özellikle fikir üretme, bağlam belirleme ve ilk taslak oluşturma noktalarında güçlü bir rehberlik sunduğunu ifade etmiştir. Ancak bu rehberlik, katılımcıların ihtiyaç ve taleplerine göre farklı biçimlerde ortaya çıkmıştır.

Bu tema, ChatGPT'nin katılımcıların başlangıçtaki soyut veya dağınık fikirlerini yapılandırılmış öğretim etkinliklerine dönüştürme sürecindeki yönlendirici etkisini ortaya koymaktadır. Katılımcılar, özellikle tasarımın ilk aşamalarında ChatGPT'den “ilk taslak oluşturma”, “bağlam belirleme” ve “odak daraltma” gibi işlevlerde yararlanmışlardır.

Ö3 isimli katılımcı, sürece iki farklı fikirle başlamış ve ChatGPT'den bu fikirleri karşılaştırmasını istemiştir. Yapay zekânın sunduğu değerlendirme, güncelliği ve toplumsal önemi nedeniyle deprem temasını öne çıkarmış; bu yönlendirme Ö3'ün kararını belirleyici bir biçimde etkilemiştir:

“Depreme dayanıklı bina modellemeyi tercih ediyorum.”

ChatGPT'nin sunduğu ilk taslak, zemin türleri ve dayanıklılık hesaplamaları gibi teknik bileşenleri içerdiğinden, Ö3 için somut bir başlangıç noktası oluşturmuştur.

Benzer biçimde Ö1, Türkiye'de düşen doğurganlık oranlarıyla ilgili bir etkinlik tasarlamak istemiş ve bağlamın güncelliğini değerlendirmede ChatGPT'nin yönlendirmesinden yararlanmıştır. Yapay zekâ, bu durumu hem anlamlı hem de güçlü bir toplumsal bağlam olarak nitelendirerek Ö1'e kapsamlı bir etkinlik önerisinde sunmuştur:

“ChatGPT bu konuda çok güncel ve anlamlı bir bağlam önerdi.”

Bu öneri, Ö1'in soyut fikrinin hızla yapılandırılmış bir modelleme etkinliğine dönüşmesini sağlamıştır.

Ö2'nin deneyimi ise ChatGPT'nin pedagojik akış ve görev dizilimi konusunda doğrudan fikir üretme desteği sağladığını göstermektedir.

“Öğrencilerin kendi günlük yaşamlarından yola çıkarak kişisel karbon ayak izlerini hesaplamaları ve azaltmanın yollarını modellemeleri diyor. Kategori olarak da ulaşım, elektrik, ısınma, yiyecek tüketimi seçmiş; veri toplama için öğrenciler bir günlük faaliyetlerini kaydeder diyor. Güzelmiş aslında.”

Sürece daha sistemli başlayan Ö4 ise ChatGPT'ye doğrudan modelleme prensiplerini açıklayarak başlamış, ardından MEB 2018 Ortaöğretim Programı belgesini yükleyerek bağlama uygun kazanımların belirlenmesini istemiştir. Bu yaklaşım, ChatGPT'nin yalnızca fikir üretici değil, aynı zamanda kapsamlı bir içerik harmanlayıcı olarak kullanılmasını sağlamıştır:

“Bunu doğru yapacağını düşünüyorum. Belgeyi verdiğim zaman çoğunlukta doğru yapabiliyor.”

Devam eden etkileşimde ChatGPT, ilk önerdiği “Şehir İçi Ulaşım” bağlamı yerine, günlük yaşamla daha doğrudan ilişkili “Evde Enerji Tüketimini Azaltmak” bağlamını sunmuş ve Ö4’ün 7. sınıf düzeyine uyarlama taleplerine göre etkinliği yeniden yapılandırmıştır:

“Bu modelleme etkinliğini direkt olarak 7. sınıf öğrencilerine vermek istesem, tam olarak öğrencinin karşısına çıkmaya hazır hâle getirip tekrar bana verir misin?”

Ö5, başlangıçta cebirsel ifadeler kazanımı için uygun bir bağlam ararken, ChatGPT “Yardım Kolisi Planlaması” gibi toplumsal duyarlılığı olan bir bağlam önermiştir. Ö5, bu bağlamı geliştirilebilir bularak etkinlik için bir temel (rehber) olarak kullanmıştır:

“Aslında bence bağlam iyi gibi. Onu geliştirmeye ihtiyaç var.”

ChatGPT’nin önerileri, adayın fikirlerini somut bir öğretim etkinliğine dönüştürmesini sağlamıştır.

Bu bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, ChatGPT’nin katılımcılar için yalnızca fikir öneren bir araç olmadığı; bağlam seçimi, ilk taslak oluşturma, alternatifleri değerlendirme ve seviyeye uygunlaştırma gibi süreçlerde de rehberlik eden çok işlevli bir tasarım ortağı olarak rol oynadığı görülmektedir.

İçerik Düzenleyici ve Biçimlendirici Rolü

Katılımcılar, ChatGPT’yi etkinlik metninin içerik, akış ve dil açısından düzenleme aracı olarak etkin biçimde kullanmıştır.

Ö1, pedagojik felsefeye uygun olarak görev yerine soru odaklı düzenlemeler yapılmasını istemiştir:

“Görevler şeklinde bir kısım olmasını istemiyorum. Bir senaryo, ardından tablo ve bazı temel sorular olsun.”

Bu düzenlemelerle problemdeki arsa ve zemin tipleri sadeleştirilmiş ve lise seviyesine uygun hâle getirilmiştir.

Katılımcı Ö2, etkinliğin sadece bir “değerlendirme” çalışması olmaktan çıkıp gerçek bir etkinlik olarak sunulmasını talep etmiştir:

“Etkinlik yapmadı yine, prensiplere uygunluk değerlendiriyor. ‘Etkinliği prensiplere göre değerlendirme, gerçekten bir etkinlik yaz.’ diyorum. Ek olarak etkinliği öğrenciye sorulmaya hazır hâle getir, diyorum.”

Ayrıca giriş kısmının öğrencinin motivasyonunu artıracak biçimde düzenlenmesini istemiştir:

“Giriş kısmına neden bilinçli olması gerektiğini yazmadı. Onu yapmasını söyleyeceğim.”

Ö3, etkinliğin gerçekçi ve öğrenci seviyesine uygun olmasını sağlamak için sınırlı bütçe ve firmalar arası rekabet gibi parametreleri ekleyerek sürekli geri bildirim vermiştir:

“Bu soruyu 10. Sınıfı bitirmiş bir lise öğrencisinin anlayıp çözebileceği zorlukta revize edip sunar mısın? Ayrılan bütçeyi 2025 Mayıs dolar kuruna endekslemeni istiyorum.”

Ö4, pedagojik yapıyı şekillendirmek ve öğrencinin kendi stratejilerini geliştirmesini sağlamak için ChatGPT'nin adım adım “Matematiksel Görev” ve “Örnek Hesaplama Yolu” bölümlerini kaldırmasını talep etmiştir:

“Ben bunu atmam istiyorum. Çünkü modellemenin zaten doğasında herkesin farklı strateji izlemesi var.”

Ayrıca başlıkları ve yönergeleri öğrencinin seviyesine uygun hâle getirmek ve ilk çıktının kalitesini artırmak için yönlendirmelerde bulunmuştur.

“Evet hocam, yaratıcı ve detaylıyı beraber kullanmaya karar verdim. Zaten değiştirebileceğim, oynayabileceğim. Ya başka prompt verebilirim belki.”

Ö5, kesirli miktarların gerçekliğe uymadığı gerekçesiyle, sadece tam sayıların kullanılmasını sağlayana kadar “Miktarları yazarken sadece tam sayıları kullanabilir misin?” komutu ile ChatGPT'yi yönlendirmiştir.

Bu bulgular, katılımcıların ChatGPT'yi yalnızca içerik üretim aracı olarak değil, pedagojik uygunluk, akış ve dil açısından düzenleyici bir araç olarak kullandıklarını göstermektedir.

Eleştirel Yansıtma Aracı Rolü

Katılımcılar, ChatGPT'nin önerilerini pasif biçimde kabul etmeyip, pedagojik bilgi ve hassasiyet süzgecinden geçirerek eleştirel geri bildirimlerde bulunmuşlardır.

Ö1, etkinlik bağlamının gerçekçiliği konusunda kaygılarını dile getirerek modelin geleceğe dönük tahminlerinin gerçeklik prensibini zedeleyebileceğini vurgulamıştır:

“Sanki gerçeklik prensibini tam sağlamıyoruz gibi. Bence çok yetersiz bir bağlam. Çok daha uzun ve dikkat çekici bir bağlam gerekli.”

Ö2, modelin sunduğu bazı önerileri eleştirel bir süzgeçten geçirmiş ve daha somut hedefler belirleyerek öğrenciyi yönlendirmiştir:

“Kendisi prensip oluşturmuş. Prensiplerden emin misin diye sordum. Acaba prensipler değişiyor ve o yüzden kafası mı karıştı? Acaba matematiksel diye belirtmem mi gerekir? [...] Kendim vereceğim.”

Ö3, ilk taslaktaki zemin tipleri konusunun öğrencinin asıl hedefi olan dayanıklı bina yapımını gölgelediğini düşündüğü için bu kısmı çıkarmıştır:

“Zemin tiplerine girmiş ama bu lise için uygun değil. Zemin ne kadar kötü olursa olsun iyi bir bina kurtarmayı sağlıyor, o yüzden zemine girmeyeceğim.”

Ayrıca senaryonun giriş kısmının daha etkileyici ve doğal bağlamda olmasını istemiştir:

“Senaryonun girişine daha farkındalık kazandıracak cümleler ekleyebilir misin? Giriş paragrafında matematiksel modelleme kavramı geçsin istemiyorum.”

Ö4 ise adım adım pedagojik bilgi ve eleştirel geri bildirim sunmuş, öğrenciyeye yöneltilen kısıtlayıcı görevleri çıkararak öz değerlendirmeyi desteklemiştir:

“Peki, şu sorular yeterli olur mu acaba öğrenci için diye düşünüyorum. [...] Verdiğimiz görevler onu kısıtlayacak. O yüzden daha farklı bir şey yapamayabilir. Düzenlemeye ve geliştirmeye yönelmeyebilir.” Bu bulgu, YZ çıktılarının pedagojik uygunluk için mutlaka denetlenmesi gerektiği yönündeki Dilling ve Herrmann'ın (2024) görüşünü destekler niteliktedir.

Ö6, yönlendirici soruların modelleme prensipleri açısından uygunluğunu sorgulamıştır.

“Öğrencilere verilen yönlendirici sorular modelleme prensipleri açısından uygun mu değil mi ben tam emin olamadım. Sen bu konu hakkında ne düşünüyorsun?”

Bu bulgular, ChatGPT'nin katılımcılar için yalnızca içerik üretim aracı olmadığını, aynı zamanda pedagojik kararlarını sorgulama ve geliştirme sürecinde eleştirel bir yansıtma aracı olarak işlev gördüğünü ortaya koymaktadır.

Öğrenme ve Kavramsallaştırma Aracı Rolü

ChatGPT ile kurulan etkileşim, katılımcıların yalnızca etkinlik tasarlamasına değil, kavramsal öğrenmelerine de katkı sağlamıştır.

Ö1 kodlu katılımcı, etkinliğin modelleme prensipleri bağlamında değerlendirilmesini talep etmektedir. Ancak ChatGPT soruyu uygun olmayan bir çerçevede yanıtlamış; bunun üzerine katılımcı, ChatGPT'yi modelleme prensiplerine uygun biçimde yönlendirmiştir. Böylece öz değerlendirme ve genelleme gibi prensipleri etkinliğe entegre etmesini sağlamıştır:

“Ya da şöyle diyelim, Türkiye’de ortaya çıkan bir formül İspanya’ya uygulanabilir mi?”
(Genelleme prensibi test önerisi)

“Evet, rapor oluşturmasını istedik. Ayıriyeten burada hangi matematiksel modeli seçtiğini açıklarken de kendini değerlendirmiş olacak, kendisini değerlendirmek zorunda kalacak.” (Öz-değerlendirme prensibi test önerisi)

Ö2, “Etkili Prototip” prensibini öğretmenin örnek sunması olarak yorumlamış ve pedagojik bağlamda öğrencinin bilinçlenmesini hedeflemiştir:

“Sanki bu prensibi çok iyi anlamamış gibi. Bu prensibi öğretmen bir örnek sunmalı gibi algılamış. [...] Öylesine yapmalarını istemiyorum. Bir bilinç uyandırsın orda. Aslında ihtiyaç duyacak, yapması için bir sebebi olacak. Giriş kısmından sonra karbon ayak izinin verdiği tehlikelerden bahsederek öğrencilerde bilinç uyandır.”

Katılımcı Ö3, etkinliğin model oluşturma prensiplerine uygunluğunu denetlemiş ve ChatGPT'yi kavramsal değerlendirme aracı olarak kullanmıştır:

“Burada formülü vermeseydim, süreci biraz zorlaştırıyordum baştaki gibi bana gerçekçi gelmezdi, bunu 10. sınıf öğrencisi yapamaz derdim. Bu haliyle daha uygun geliyor.”

Ö4, başlangıçta ortaokul kazanımlarını kendisi seçmek yerine, MEB 2018 Ortaöğretim Programı belgesini yükleyerek bağlama uygun kazanımların belirlenmesini istemiştir. Urhan ve arkadaşları (2024) tarafından yapılan argümantasyon çalışmalarında olduğu gibi, YZ'nin bu tür etkileşimler yoluyla adayların pedagojik kararlarını gerekçelendirme sürecini desteklediği tespit edilmiştir.

“Bence zaman kazanacağız. Aynı zamanda o kadar veriyi ben kendim karşılaştırmak yerine ona karşılaştırmış olacağım. Ve bunu doğru yapacağını düşünüyorum.”

Ö5, başlangıç etkinliğinde kullandığı “tam sayılı” ifadesinin, ChatGPT tarafından “tam sayılı kesir” olarak algılandığını fark etmiş ve bu durumu düzelterek kendi terminolojisini netleştirmiştir.

“Tam sayılı deyince, evet, yani kesri kullandı ekstradan bir de tam sayı kullandı aslında... Yani direkt tam sayı kullanmasını söyleyebilirim.”

Ö5, başlangıçta sınırlı çözüm yolları olduğunu fark ettikten sonra, ChatGPT'nin önerdiği dört farklı model türünü görerek etkinliğin karmaşıklık ve prototip ilkeleri açısından zenginleştiğini öğrenmiştir.

Ö5'in süreci, bir tasarım ortaklığı örneğidir. Ö5, kendi pedagojik hedeflerini (denklem oluşturma, genelleme, gerçeklik) sürekli olarak ChatGPT'ye dikte etmiş ve yapay zeka aracını,

ilk hali zayıf olan bir taslağı modelleme prensiplerine eksiksiz uyan karmaşık bir probleme dönüştürmek için etkin bir şekilde kullanmıştır.

“Sanırım bu son etkinlik biraz daha benim istediğime yakın bir şey oldu.”

Bu bulgular, ChatGPT'nin sadece içerik üretim aracı olmadığını, öğretmen adaylarının kavramsal öğrenmesine ve modelleme prensiplerini derinlemesine anlamalarına olanak sağlayan etkili bir öğrenme aracı olduğunu göstermektedir.

Bölüm 5

Sonuç ve Öneriler

Bu tez çalışması, matematik öğretmen adaylarının ChatGPT destekli matematiksel model oluşturma etkinliği (MOE) tasarlama süreçlerini incelemeyi amaçlamıştır. Araştırmanın bulguları, öğretmen adaylarının bu süreçte yapay zekâ ile nasıl bir iş birliği içine girdiklerini, modelleme prensiplerini nasıl yorumlayıp uyguladıklarını ve pedagojik kararlarını nasıl şekillendirdiklerini ortaya koymuştur.

Bu çalışmanın bulguları, üretken yapay zekânın (ÜYZ) matematik eğitiminde sadece bir içerik üretme aracı değil, aynı zamanda pedagojik bir düşünme ortağı ve öğrenme katalizörü olarak potansiyelini güçlü bir şekilde desteklemektedir. Tartışma, araştırma problemleri ve alt problemler etrafında yapılandırılarak bulguların daha geniş bir bağlamda anlamlandırılması sağlanmıştır.

Model Oluşturma Prensipleri Bağlamında ChatGPT ile Etkileşim

Araştırmanın temel sorusu, öğretmen adaylarının ChatGPT destekli MOE tasarlama süreçlerinin MOE prensipleri çerçevesinde nasıl gerçekleştiğine odaklanmıştır. Bulgular, katılımcıların başlangıçta ChatGPT'nin ürettiği, genellikle geleneksel, kapalı uçlu ve adım adım yönlendirici yapıdaki taslakları eleştirel bir gözle incelediklerini ve bu taslakları MOE prensiplerine uygun hale getirmek için sistematik müdahalelerde bulduklarını göstermiştir.

Tüm katılımcılar, gerçeklik prensibini etkinliklerinin merkezine almıştır. Ö1'in doğurganlık oranı, Ö2'nin karbon ayak izi, Ö3'ün depreme dayanıklı bina ve Ö5'in afetzede yardım kolisi gibi bağlam seçimleri, güncel ve toplumsal açıdan anlamlı problemlere işaret etmektedir. Bu durum, matematiksel modellemenin temel işlevinin gerçek dünya problemleriyle bağ kurmak olduğu literatürle (Blum & Leiß, 2007; Urhan & Dost, 2016) tam bir uyum içindedir. Katılımcıların, ChatGPT'den bağlamı derinleştirmesini, gerçekçi veriler (nüfus istatistikleri, döviz kuru, tam sayılı miktarlar) talep etmesi ve senaryoya sosyal farkındalık unsurları eklemesi, onların gerçekliği statik bir arka plan olarak değil, dinamik ve anlamlı bir öğrenme

bağlamı olarak kavradıklarını göstermektedir. Bu süreç, Wardat vd.'nin (2023) ChatGPT'nin bağlamsal içerik üretmedeki gücüne ilişkin vurgularını destekler niteliktedir.

Katılımcılar, ChatGPT'nin ilk taslaklarında sıklıkla yer alan "örnek hesaplama yolu" veya "matematiksel görev" gibi yapılandırılmış kısımları bilinçli olarak kaldırarak öğrenci özerkliğini merkeze almışlardır. Ö4'ün "modellemenin doğasında herkesin farklı strateji izlemesi var" ifadesi ve Ö6'nın aşırı yönlendirici soruları revize etmesi, bu durumun açık kanıtlarıdır. Öğrencilerin kendi modellerini kurmalarını teşvik eden bu yaklaşım, Lesh ve Doerr'un (2003) Model ve Modelleme Yaklaşımı'nın temel felsefesiyle örtüşmektedir. Ancak, Ö3'ün karmaşıklık nedeniyle "Güvenlik Puanı" formülünü hazır vermesi, öğretmen adaylarının model oluşturma prensibi ile pedagojik uygulanabilirlik (öğrenci seviyesi) arasında denge kurma çabasını yansıtmaktadır. Bu, Blum'un (2002) değindiği, modelleme etkinliklerinin öğrencilerin bilişsel hazır bulunuşluklarına uygun olması gerekliliğini hatırlatmaktadır.

Bulgular, "Öz-değerlendirme ve Model Belgeleme" prensiplerinin birbiriyle yakından iç içe geçtiğini göstermiştir. Katılımcılar, öğrencilerin düşünme süreçlerini görünür kılacak ve öz-değerlendirmeyi tetikleyecek görevler (rapor yazma, mektup yazma, karşılaşılan zorlukları belgeleme) tasarlamışlardır. Ö1'in detaylı rapor talebi ve Ö4'ün mektup yazma görevi, öğrencilerin sadece sonuca değil, sürece de odaklanmalarını sağlamayı hedeflemiştir. Bu durum, Lesh vd.'nin (2000) belgelemenin öz-değerlendirmeye zemin hazırladığı yönündeki görüşünü desteklemektedir. Ayrıca, Ö4'ün "Bu bir 'doğru cevap' problemi değil" uyarısını etkinliğe dahil etmesi, modelleme sürecinin doğasına ilişkin derin bir pedagojik anlayışı yansıtmaktadır.

Katılımcılar, genelleme prensibini, modelin farklı senaryolarda test edilmesi (Ö2'nin karbon azaltma senaryoları, Ö3'ün farklı firma ve malzeme seçenekleri) ve sınırlılıklarının tartışılması (Ö1'in "Türkiye'deki formül İspanya'da uygulanabilir mi?" sorusu) yoluyla etkinliklere entegre etmiştir. Etkili prototip prensibi ise, öğrencilerin oluşturdukları modelin veya çözüm yolunun başka bağlamlarda da kullanılabilir, paylaşılabilir bir fikir ürünü haline gelmesi olarak yorumlanmıştır. Ö5'in etkinliğini farklı dağıtım modelleri (Puanlama Sistemi, İhtiyaç

Önceliği) ile zenginleştirmesi, bu prensibi somutlaştıran bir örnektir. Bu bulgular, Chamberlin ve Moon'un (2005) bu prensipleri MOE'nin kalıcı ve transfer edilebilir öğrenmeler sağlamasındaki kritik rolüne ilişkin vurgularıyla paralellik göstermektedir.

ChatGPT'nin Süreçteki Çok Boyutlu Rolü ve Katkıları

Araştırmanın alt problemlerinden biri, ChatGPT'nin öğretmen adaylarının modelleme prensiplerine yönelik bilgi, farkındalık ve uygulama düzeylerini nasıl etkilediğiydi. Bulgular, ChatGPT'nin dört temel rol üstlendiğini ortaya koymuştur:

ChatGPT, katılımcılar için soyut fikirleri hızla yapılandırılmış bir ilk taslağa dönüştüren güçlü bir katalizör işlevi görmüştür. Ö3'ün iki fikri arasında karar vermesine yardımcı olması ve Ö5'e "Yardım Kolisi" gibi toplumsal bağlam önermesi, bu rolün tipik örnekleridir. Bu durum, Kasneci vd.'nin (2023) ChatGPT'nin yaratıcı süreçleri destekleme potansiyeline ilişkin iyimser görüşlerini desteklemektedir.

Katılımcılar, ChatGPT'yi pasif bir içerik üreticisi olarak değil, etkinlik metnini pedagojik hedeflerine uygun şekilde yeniden düzenleyen ve biçimlendiren aktif bir araç olarak kullanmışlardır. "Görevleri kaldır", "soruları açık uçlu yap", "girişi motive edici hale getir", "tam sayı kullan" gibi spesifik komutlar, bu rolün kanıtıdır. Bu, Dumlu vd.'nin (2024) ders planı hazırlama çalışmalarında gördüğümüz, öğretmen adaylarının ÜYZ'yi kişiselleştirilmiş bir asistan olarak kullanma eğilimini genişletmektedir.

Belki de en önemli bulgulardan biri, ChatGPT'nin katılımcıların kendi pedagojik kararlarını sorgulamasına ve derinleştirmesine olanak sağlamasıdır. Ö2'nin ChatGPT'nin prensip yorumlamasını sorgulaması, Ö3'ün "zemin tipleri" konusunu çıkarma gerekçesi ve Ö6'nın yönlendirici soruların uygunluğunu tartışması, ChatGPT'nin bir "düşünme partneri" veya "sesli düşünme aracı" olarak işlev gördüğünü göstermektedir. Bu bulgu, Karabıyık'ın (2024) öğretmen adaylarının ChatGPT ile etkileşimlerinde pedagojik kararlarını yeniden yapılandıkları yönündeki gözlemiyle örtüşmektedir.

Süreç, katılımcılar için bir içerik geliştirme sürecinden ziyade bir öğrenme deneyimi haline gelmiştir. Ö1'in bazı prensipleri yeni keşfetmesi, Ö4'ün MEB kazanımlarını ChatGPT'ye analiz ettirerek zaman kazanması ve öğrenmesi, Ö5'in terminolojisini netleştirmesi, ChatGPT'nin öğretmen eğitiminde bir öğrenme aracı olarak potansiyelini işaret etmektedir. Bu, Kaplan'ın (2024) eğitimde ÜYZ'nin potansiyel katkılarına ilişkin vurgularını somutlaştırmaktadır.

Bulgular, ChatGPT'nin bir "dijital işbirlikçi" olarak hareket ettiğini göstermiştir. Katılımcılar, "bağlamı zayıf bulma", "çözüm yollarını sınırlı bulma", "gerçekçilikten uzaklık" gibi güçlüklerle karşılaştıklarında, doğrudan ChatGPT'ye dönerek bu sorunları gidermişlerdir. Bu iteratif (yinelenen) "sorgulama-düzeltilme" döngüsü, öğretmen adaylarının pedagojik problem çözme becerilerini geliştirmiş ve onlara daha güvenli bir deneme-yanılma alanı sunmuştur. Bu durum, Urhan ve Dost'un (2016) öğretmenlerin modelleme etkinliği geliştirirken yaşadığı zorlukların, teknoloji destekli işbirlikleriyle aşılabileceği fikrini destekler niteliktedir. Ancak, Kaplan'ın (2024) uyarısı doğrultusunda, katılımcıların ChatGPT çıktılarını sürekli bir eleştirel süzgeçten geçirdikleri ve nihai pedagojik sorumluluğu üstlendikleri unutulmamalıdır.

Sonuç

Matematik öğretmen adayları, ChatGPT destekli MOE tasarım sürecinde, Model Oluşturma Etkinliği prensiplerini etkin bir şekilde bir tasarım çerçevesi ve kalite kontrol mekanizması olarak kullanmışlardır. ChatGPT'nin ürettiği ilk taslakları bu prensipler ışığında eleştirel bir şekilde değerlendirmiş, dönüştürmüş ve zenginleştirmişlerdir.

ChatGPT, bu süreçte yalnızca bir içerik üreticisi değil; aynı zamanda bir **fikir ortağı, içerik düzenleyici, eleştirel yansıtma aracı ve kavramsal öğrenme destekleyicisi** olarak işlev görmüştür. Bu çok boyutlu rol, ÜYZ'nin öğretmen eğitiminde geleneksel araçların ötesinde bir potansiyel taşıdığını göstermiştir.

ChatGPT ile MOE tasarımı, doğrusal bir süreçten ziyade, sürekli geri bildirim, revizyon ve pedagojik muhakeme içeren **iteratif ve diyalojik bir süreçtir**.

adaylarının hem teknoloji entegrasyonu hem de modelleme pedagojisi konusundaki yeterliliklerini geliştirmiştir.

Katılımcılar, ChatGPT'den yoğun destek almalarına rağmen, nihai tasarım kararlarını kendi pedagojik bilgi ve inançları doğrultusunda vermiş, **pedagojik otonomilerini** korumuşlardır. ChatGPT, onların kararlarını değil, karar verme süreçlerini zenginleştirmiştir.

Öğretmen adayları, tasarımlarında en çok "gerçeklik (anlamlı, güncel bağlamlar) ve "model oluşturma" prensiplerine vurgu yapmıştır. Bu, onların matematik eğitiminin amacına ilişkin öğrenci merkezli ve yaşamla bağlantılı bir anlayışa sahip olduklarını göstermektedir.

Öneriler

Elde edilen bulgular ve ulaşılan sonuçlar doğrultusunda aşağıdaki öneriler sunulmuştur:

Matematik öğretmeni yetiştiren programlara, "Teknoloji Destekli Matematik Eğitimi" veya "Yapay Zekâ ve Pedagoji" gibi dersler eklenmelidir. Bu derslerde, ÜYZ araçlarının (ChatGPT, Gemini, Copilot) nasıl eleştirel ve pedagojik bir bakışla kullanılabileceği, MOE prensipleri gibi sağlam pedagojik çerçevelerle desteklenerek öğretilmelidir.

Hizmet içi ve hizmet öncesi öğretmenler için, "ÜYZ ile Modelleme Etkinliği Tasarımı" konulu uygulamalı çalıştaylar düzenlenmelidir. Bu çalıştaylarda, bu çalışmada olduğu gibi iteratif prompt mühendisliği ve pedagojik yansıtma teknikleri öğretilmelidir.

Öğretmen adaylarına ve öğretmenlere, pedagojik hedeflerine ulaşmak için ChatGPT'ye nasıl etkili komutlar (prompt) verebilecekleri konusunda eğitim verilmelidir. "Bir MOE taslağı oluştur" gibi genel komutlar yerine, "Ortaokul 7. sınıf düzeyinde, gerçeklik ve model oluşturma prensiplerini merkeze alan, açık uçlu bir alışveriş ve bütçe modelleme etkinliği taslağı oluştur" gibi spesifik ve pedagojik dil içeren komutların kullanımı teşvik edilmelidir.

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) ve Yükseköğretim Kurulu (YÖK), eğitimde üretken yapay zekâ kullanımına yönelik etik, şeffaf ve güvenilir bir ulusal çerçeve ve kılavuzlar geliştirmelidir. Bu kılavuzlar, doğrulama, önyargı riski ve akademik dürüstlük konularını açıkça ele almalıdır.

Matematik öğretim programları, ÜYZ'nin destekleyici bir araç olarak kullanılabilceği proje tabanlı, modelleme ağırlıklı öğrenme çıktılarını daha fazla vurgulayacak şekilde gözden geçirilebilir.

Özellikle ücretli ve daha gelişmiş sürümlere erişimi olmayan öğretmen ve öğrenciler için, güvenli ve kontrollü eğitim odaklı ÜYZ araçlarına erişim olanakları sağlanmalı veya desteklenmelidir.

Gelecek Araştırmalar İçin Öneriler

Bu nitel çalışmanın bulguları, deneysel desenlerle test edilebilir. Örneğin, ChatGPT destekli ve desteksiz hazırlanan MOE'lerin öğrencilerin akademik başarısı, problem çözme becerileri ve matematiğe yönelik tutumları üzerindeki etkileri karşılaştırılabilir.

Benzer çalışmalar, farklı branşlardaki öğretmen adayları (fen bilimleri, sosyal bilgiler), farklı deneyim seviyelerindeki öğretmenler veya farklı ülkelerdeki eğitim sistemleri ile tekrarlanarak bulguların genellenebilirliği test edilebilir.

ChatGPT'nin yanı sıra, Google Gemini, Microsoft Copilot, Claude veya eğitim odaklı diğer ÜYZ platformlarının MOE tasarım sürecindeki etkililikleri ve kullanıcı deneyimleri karşılaştırmalı olarak incelenebilir.

Öğretmen adaylarının ChatGPT ile hazırladığı MOE'lerin, öğrenciler tarafından nasıl deneyimlendiği, öğrencilerin bu süreçte karşılaştığı zorluklar ve fırsatlar üzerine nitel çalışmalar yapılabilir.

Matematik eğitimine özgü, MOE prensiplerini ve diğer pedagojik yaklaşımları (ters-yüz edilmiş sınıf, oyunlaştırma) etkili bir şekilde tetikleyen gelişmiş prompt kütüphaneleri veya şablonları geliştirilip etkililiği araştırılabilir.

Sonuç olarak, bu tez çalışması, üretken yapay zekânın, özellikle ChatGPT'nin, matematik öğretmen eğitiminde ve modelleme temelli matematik öğretiminde, doğru pedagojik rehberlik ve eleştirel bir bakış açısıyla kullanıldığında, son derece zenginleştirici ve dönüştürücü bir potansiyele sahip olduğunu ortaya koymuştur. Gelecek, bu teknolojinin tehdit olarak değil, öğretmeni güçlendiren ve öğrenmeyi derinleştiren bir stratejik ortak olarak konumlandırılmasına bağlıdır.

Kaynaklar

- 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. <https://doi.org/10.1080/19477503.2019.1595360>
- Achiam, J., Adler, S., Agarwal, S., Ahmad, L., Akkaya, I., Aleman, F. L., ... McGrew, B. (2023). *GPT-4 technical report*. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.08774>
- Anhalt, C. O., & Cortez, R. (2016). Developing understanding of mathematical modeling in secondary teacher preparation. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 19(6), 523–545. <https://doi.org/10.1007/s10857-015-9309-8>
- Aztekin, S., & Şener, Z. T. (2015). Türkiye’de matematik eğitimi alanındaki matematiksel modelleme araştırmalarının içerik analizi: Bir meta-sentez çalışması. *Eğitim ve Bilim*, 40(178). <https://doi.org/10.15390/EB.2015.4125>
- Baki, A. (2014). *Matematik tarihi ve felsefesi*. Pegem Akademi.
- Barros, C. (2024). ChatGPT in the resolution of a math exam: Results obtained in Portuguese and in English language. In *International Conference on Lifelong Education and Leadership for All (ICLEL 2023)* (pp. 37–47). Atlantis Press. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-380-1_5
- Blomhøj, M. (2004). Mathematical modelling: A theory for practice. In *International perspectives on learning and teaching mathematics* (pp. 145–159). National Center for Mathematics Education.
- Blomhøj, M., & Jensen, T. H. (2003). Developing mathematical modelling competence: Conceptual clarification and educational planning. *Teaching Mathematics and Its Applications*, 22(3), 123–139. <https://doi.org/10.1093/teamat/22.3.123>

- Blum, W. (2002). ICMI Study 14: Applications and modelling in mathematics education—Discussion document. *Educational Studies in Mathematics*, 51(1), 149–171. <https://doi.org/10.1023/A:1022435827400>
- Blum, W., & Leiss, D. (2007). How do students and teachers deal with modelling problems. In *Mathematical modelling (ICTMA 12): Education, engineering and economics* (pp. 222–231). Springer.
- Blum, W., Galbraith, P. L., Henn, H. W., & Niss, M. (Eds.). (2007). *Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI study*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-29822-1>
- Brown, T. B., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J., Dhariwal, P., ... Amodei, D. (2020). Language models are few-shot learners. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2005.14165>
- Canonigo, A. M. (2024). Leveraging AI to enhance students' conceptual understanding and confidence in mathematics. *Journal of Computer Assisted Learning*, 40(6), 3215–3229. <https://doi.org/10.1111/jcal.13065>
- Caruccio, L., Cirillo, S., Polese, G., Solimando, G., Sundaramurthy, S., & Tortora, G. (2024). Can ChatGPT provide intelligent diagnoses? A comparative study between predictive models and ChatGPT to define a new medical diagnostic bot. *Expert Systems with Applications*, 235, 121186. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.121186>
- Chamberlin, S. A., & Moon, S. M. (2005). Model-eliciting activities as a tool to develop and identify creatively gifted mathematicians. *Journal of Secondary Gifted Education*, 17(1), 37–47. <https://doi.org/10.4219/jsge-2005-473>
- Chen, G. X., Qu, X. Q., Huang, L. P., Huang, L., Zhou, C., & Qiao, M. Y. (2022). Modeling-eliciting activities in an online engineering course for improving conceptual learning, professional skill, interaction. *IEEE Access*, 10, 87767–87777. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3199690>

- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2016). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. Sage.
- Crouch, R., & Haines, C. (2004). Mathematical modelling: Transitions between the real world and the mathematical model. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 35(2), 197–206. <https://doi.org/10.1080/00207390310001638322>
- Dao, X. Q., & Le, N. B. (2023). Investigating the effectiveness of ChatGPT in mathematical reasoning and problem solving: Evidence from the Vietnamese national high school graduation examination. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2306.06331>
- Dede, A. T., Hidiroglu, Ç. N., & Güzel, E. B. (2017). Examining model-eliciting activities developed by mathematics student teachers. *Journal on Mathematics Education*, 8(2), 223–242. <http://dx.doi.org/10.22342/jme.8.2.3997.223-242>
- Dertli, Z. G., & Yıldız, B. (2025). The use of prompt engineering in creating mathematical modelling activities with artificial intelligence tool ChatGPT. *Anatolian Journal of Education*, 10(1), 59–80.
- Diefes-Dux, H. A., Moore, T., Zawojewski, J., Imbrie, P. K., & Follman, D. (2004). A framework for posing open-ended engineering problems: Model-eliciting activities. In *Proceedings of the 34th Annual Frontiers in Education Conference (FIE 2004)* (pp. F1A-3). IEEE. <https://doi.org/10.1109/FIE.2004.1408556>
- Dilling, F., & Herrmann, M. (2024). Using large language models to support pre-service teachers' mathematical reasoning—An exploratory study on ChatGPT as an instrument for creating mathematical proofs in geometry. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 7, 1460337. <https://doi.org/10.3389/frai.2024.1460337>
- Doerr, H. M. (2007). What knowledge do teachers need for teaching mathematics through applications and modelling? In *Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI study* (pp. 69–78). Springer.

- Doruk, B. K., & Umay, A. (2010). Matematiği günlük yaşama transfer etmede matematiksel modellemenin etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41(41), 124-135.
- Doshi, A. R., & Hauser, O. P. (2024). Generative AI enhances individual creativity but reduces the collective diversity of novel content. *Science Advances*, 10(28), eadn5290. <https://doi.org/10.1126/sciadv.adn5290>
- Dost, ř. (2019). *Matematik eğitiminde matematiksel modelleme etkinlikleri*. Pegem Akademi.
- Dumlu, B. ., Gezer, E., & Yıldız, B. (2024). Eşitsizlik konusunda ChatGPT ile hazırlanan ders planlarının incelenmesi. *Trk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 22(1), 337–358. <https://doi.org/10.37217/tebd.1338959>
- Egara, F. O., & Mosimege, M. (2024). Exploring the integration of artificial intelligence-based ChatGPT into mathematics instruction: Perceptions, challenges, and implications for educators. *Education Sciences*, 14(7), 742. <https://doi.org/10.3390/educsci14070742>
- Eraslan, A. (2011). Prospective elementary mathematics teachers' perceptions on model-eliciting activities and their effects on mathematics learning. *Elementary Education Online*, 10(1), 364-377.
- Erbaş, A. K., Alacacı, C., çetinkaya, B., Aydoğan Yenmez, A., şakıroğlu, E., Kertil, M., & Korkmaz, H. (2016). *Lise matematik konuları için günlük hayattan modelleme soruları*. Türkiye Bilimler Akademisi.
- Erbaş, A. K., Kertil, M., çetinkaya, B., şakıroğlu, E., Alacacı, C., & Baş, S. (2014). Matematik eğitiminde matematiksel modelleme: Temel kavramlar ve farklı yaklaşımlar. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(4), 1–21. <https://doi.org/10.12738/estp.2014.4.2039>
- Ferri, R. B., & Blum, W. (2010). Mathematical modelling in teacher education—Experiences from a modelling seminar. *In Proceedings of the Sixth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 2046–2055).

- Ferri, R. B., & Blum, W. (2013). Insights into teachers' unconscious behaviour in modeling contexts. In *Modeling students' mathematical modeling competencies: ICTMA 13* (pp. 423–432). Springer.
- Frieder, S. (2023). Mathematical capabilities of ChatGPT. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2301.13867>
- Galiç, S., Urhan, S., Dost, Ş., & Lavicza, Z. (2025). Examining mathematics teachers noticing the rationality: Scenario-based training with AI chatbot. *Science & Education*, 1–32.
- Gandolfi, A. (2025). GPT-4 in education: Evaluating aptness, reliability, and loss of coherence in solving calculus problems and grading submissions. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 35(1), 367–397.
- Gattupalli, S., Maloy, R. W., & Edwards, S. (2023). Comparing teacher-written and AI-generated math problem-solving strategies for elementary school students: Implications for classroom learning. *College of Education Working Paper Report Series*, 5, 1–17.
- Getenet, S. (2024). Pre-service teachers and ChatGPT in multistrategy problem-solving: Implications for mathematics teaching in primary schools. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 19(1). <https://doi.org/10.29333/iejme/14141>
- Gouia-Zarrad, R., & Gunn, C. (2024). Enhancing students' learning experience in mathematics class through ChatGPT. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 19(3). <https://doi.org/10.29333/iejme/14614>
- Gravemeijer, K., & Stephan, M. (2002). Emergent models as an instructional design heuristic. In *Symbolizing, modeling and tool use in mathematics education* (pp. 145–169). Springer.
- Hıdıroğlu, Ç. N., & Bukova-Güzel, E. (2014). Matematiksel modellemede GeoGebra kullanımı: Boy–ayak uzunluğu problemi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36(36), 29–44. <http://dx.doi.org/10.9779/PUJE617>

- Holmes, W., & Miao, F. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO Publishing.
- Julie, C., & Mudaly, V. (2007). Mathematical modelling of social issues in school mathematics in South Africa. In *Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI study* (pp. 503–510). Springer.
- Kaiser, G., & Sriraman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. *ZDM Mathematics Education*, 38(3), 302–310. <https://doi.org/10.1007/BF02652813>
- Kaplan, O. (2024). Thematic modeling of preservice mathematics teachers' reflections on ChatGPT use: Appraisals, ethical challenges and aspirations. *Adiyaman University Journal of Educational Sciences*, 14(1), 21–35. <https://doi.org/10.17984/adyuebd.1463794>
- Karabıyık, C. (2024). Öğretmen adaylarının matematik öğretiminde ChatGPT kullanımına ilişkin görüşleri ve deneyimleri. *Matematik Eğitimi Araştırmaları Dergisi*, 12(1), 45–68.
- Karjanto, N. (2023). Matrix diagonalization and singular value decomposition: Static SageMath and dynamic ChatGPT juxtaposed. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.17163>
- Kasneçi, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., ... Kasneçi, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, 103, 102274. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>
- 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 – Educational Sciences: Theory & Practice*, 14(4), 1607–1627. <https://doi.org/10.12738/estp.2014.4.2039>
- Kertil, M., Çetinkaya, B., Erbaş, A. K., & Çakıroğlu, E. (2016). Matematik eğitiminde matematiksel modelleme. In *Matematik eğitiminde teoriler*.

- Kilpatrick, J. (2013). Problem formulating: Where do good problems come from? In *Cognitive science and mathematics education* (pp. 123–147). Routledge.
- Kolchenko, V. (2018). Can modern AI replace teachers? Not so fast! Artificial intelligence and adaptive learning: Personalized education in the AI age. *HAPS Educator*, 22(3), 249–252. <https://doi.org/10.21692/haps.2018.032>
- Lesh, R., & Zawojewski, J. S. (2007). Problem Solving and Modeling. In F. K. Lester Jr. (Ed.), *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 763–804). National Council of Teachers of Mathematics; Information Age Publishing.
- Lesh, R. A., & Doerr, H. M. (2003). *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching*. Routledge.
- Lesh, R., Hoover, M., Hole, B., Kelly, A., & Post, T. (2012). Principles for developing thought-revealing activities for students and teachers. In *Handbook of research design in mathematics and science education* (pp. 591–645). Routledge.
- Li, M., & Manzari, E. (2025). AI utilization in primary mathematics education: A case study from a southwestern Chinese city. *Education and Information Technologies*, 1–34.
- Lingefjärd, T. (2006). Faces of mathematical modeling. *ZDM Mathematics Education*, 38(2), 96–112. <https://doi.org/10.1007/BF02655884>
- Lo, C. K. (2023). What is the impact of ChatGPT on education? A rapid review of the literature. *Education Sciences*, 13(4), 410. <https://doi.org/10.3390/educsci13040410>
- Long, D., & Magerko, B. (2020). What is AI literacy? Competencies and design considerations. In *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '20)* (pp. 1–16). <https://doi.org/10.1145/3313831.3376727>
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson.

- Maaß, K. (2006). *What are modelling competencies?* ZDM – Mathematics Education, 38(2), 113–142. <https://doi.org/10.1007/BF02655885>
- Maaß, K. (2009). *What are teachers' beliefs about effective mathematics teaching.* In J. Cai, G. Kaiser, B. Perry, & N.-Y. Wong (Eds.), *Effective mathematics teaching from teachers' perspectives: National and cross-national studies* (pp. 141–162). Sense Publishers.
- McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N., & Shannon, C. E. (2006). A proposal for the Dartmouth summer research project on artificial intelligence, August 31, 1955. *AI Magazine*, 27(4), 12. <https://doi.org/10.1609/aimag.v27i4.1904>
- Merriam, S. B. (1988). *Case study research in education: A qualitative approach.* Jossey-Bass.
- Mousoulides, N. G. (2009). *Mathematical modeling for elementary and secondary school teachers.* University of the Aegean.
- Noster, N., Gerber, S., & Siller, H. S. (2024). Pre-service teachers' approaches in solving mathematics tasks with ChatGPT. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 10(3), 543–567. <https://doi.org/10.1007/s40751-024-00155-8>
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods* (3rd ed.). Sage.
- Plevris, V., Papazafeiropoulos, G., & Jiménez Rios, A. (2023). Chatbots put to the test in math and logic problems: A comparison and assessment of ChatGPT-3.5, ChatGPT-4, and Google Bard. *AI*, 4(4), 949–969. <https://doi.org/10.3390/ai4040048>
- Poole, D., & Mackworth, A. (2010). *Artificial intelligence: Foundations of computational agents.* Cambridge University Press.
- Reusser, K., & Stebler, R. (1997). Every word problem has a solution—The social rationality of mathematical modeling in schools. *Learning and Instruction*, 7(4), 309–327. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(97\)00014-5](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(97)00014-5)

- Sánchez-Ruiz, L. M., Moll-López, S., Nuñez-Pérez, A., Moraño-Fernández, J. A., & Vega-Fleitas, E. (2023). ChatGPT challenges blended learning methodologies in engineering education: A case study in mathematics. *Applied Sciences*, 13(10), 6039. <https://doi.org/10.3390/app13106039>
- Schorcht, S., Buchholtz, N., & Baumanns, L. (2024). Prompt the problem—Investigating the mathematics educational quality of AI-supported problem solving by comparing prompt techniques. *Frontiers in Education*, 9, 1386075. <https://doi.org/10.3389/educ.2024.1386075>
- Schorr, R. Y., & Lesh, R. (2003). A modeling approach for providing teacher development. In *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching* (pp. 141–157). Routledge.
- Shakarian, P., Koyyalamudi, A., Ngu, N., & Mareedu, L. (2023). An independent evaluation of ChatGPT on mathematical word problems (MWP). *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2302.13814>
- Shukla Shubhendu, S., & Vijay, J. (2013). Applicability of artificial intelligence in different fields of life. *International Journal of Scientific Engineering and Research*, 1(1), 28–35. <https://doi.org/10.52152/801455>
- Tapan-Broutin, M. S. (2023). Matematik öğretmen adaylarının ChatGPT ile başlangıç deneyimlerinde sordukları soruların incelenmesi [Investigation of the questions asked by pre-service mathematics teachers in their initial experiences with ChatGPT]. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36(2), 1–26. <https://doi.org/10.19171/uefad.1299680>
- Torres-Peña, R. C., Peña-González, D., Chacuto-López, E., Ariza, E. A., & Vergara, D. (2024). Updating calculus teaching with AI: A classroom experience. *Education Sciences*, 14(9), 1019. <https://doi.org/10.3390/educsci14091019>

- Turing, A. M. (2007). Computing machinery and intelligence. In *Parsing the Turing test: Philosophical and methodological issues in the quest for the thinking computer* (pp. 23–65). Springer.
- Udias, A., Alonso-Ayuso, A., Alfaro, C., Algar, M. J., Cuesta, M., Fernández-Isabel, A., ... Ortega, F. (2024). ChatGPT's performance in university admissions tests in mathematics. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 19(4), em0795. <https://doi.org/10.29333/iejme/15517>
- Urhan, S., & Dost, Ş. (2016). Matematiksel modelleme etkinliklerinin derslerde kullanımı: Öğretmen görüşleri. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 15(59), 1279–1295. <https://doi.org/10.17755/esosder.47667>
- Urhan, S., & Kocadere, S. A. (2024). Problem-solving through pair-programming: The mediational role of ChatGPT. In *2024 5th International Conference in Electronic Engineering, Information Technology & Education (EEITE)* (pp. 1–10). IEEE. <https://doi.org/10.1109/EEITE61750.2024.10654434>
- Urhan, S., Gençaslan, O., & Dost, Ş. (2024). An argumentation experience regarding concepts of calculus with ChatGPT. *Interactive Learning Environments*, 32(10), 7186–7211. <https://doi.org/10.1080/10494820.2024.2308093>
- Wardat, Y., Tashtoush, M. A., AlAli, R., & Jarrah, A. M. (2023). ChatGPT: A revolutionary tool for teaching and learning mathematics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(7), em2286. <https://doi.org/10.29333/ejmste/13272>
- Yarkın, T. (2022). *Türkiye’de matematik eğitimi araştırmalarındaki matematiksel model oluşturma etkinliklerinin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü). Hacettepe Üniversitesi Yüksek Lisans Tezleri Arşivi.
- Yılmaz, R., & Yılmaz, F. G. K. (2023). The effect of generative artificial intelligence (AI)-based tool use on students' computational thinking skills, programming self-efficacy and

motivation. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100147. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100147>

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2018). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (11. baskı). Seçkin Yayıncılık.

Yoon, H., Hwang, J., Lee, K., Roh, K. H., & Kwon, O. N. (2024). Students' use of generative artificial intelligence for proving mathematical statements. *ZDM–Mathematics Education*, 56(7), 1531-1551. <https://doi.org/10.1007/s11858-024-01629-0>

Zawojewski, J. S., Lesh, R., & English, L. (2003). A models and modeling perspective on the role of small group learning activities. In *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching* (pp. 337–358). Routledge.

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. <https://doi.org/10.1007/s10649-005-9002-4>

EK-A: Öğretmen adayı 1'in ChatGPT ile ürettiği taslaklar

EK-A1: Öğretmen adayı 1'in ChatGPT ile ürettiği ilk taslak

Modelleme Sorusu: Türkiye'de Doğurganlık Oranındaki Düşüş ve Geleceğe Etkileri

Senaryo:

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre, Türkiye'de doğurganlık oranı (bir kadının doğurganlık çağındaki toplam çocuk sayısı) son 20 yılda belirgin biçimde düşüş göstermiştir. 2001 yılında 2,38 olan toplam doğurganlık hızı, 2023 yılında 1,51'e gerilemiştir. Bu oran, nüfusun kendini yenileme eşiği olan 2,1'in oldukça altındadır.

Bu durumun uzun vadede;

- çalışma çağındaki nüfusun oranı,
- yaşlı nüfusun toplam içindeki payı,
- sağlık ve sosyal güvenlik sistemine etkileri gibi sonuçları olabilir.

Bir ülke için bu demografik değişiklikler, ekonomik ve toplumsal açıdan önemli sorunlara yol açabilir.

Görevler:

1 Veri Analizi:

Verilen yıllara ait doğurganlık oranlarını tabloya dökün ve aşağıdaki grafiği oluşturun:

- Yıl (X eksen)
- Toplam doğurganlık oranı (Y eksen)

2001'den 2023'e kadar doğurganlık oranındaki değişimi grafik üzerinde gösterin.

2 Model Kurun:

Verilere bakarak Türkiye'de doğurganlık oranının nasıl değiştiğine dair bir matematiksel model kurun (örneğin doğrusal mı, üstel mi?). Modelinizin uygunluğunu sorgulayın:

- Hangi matematiksel model daha uygun görünüyor?
- 2035 yılı için tahmin yapın.

3 Sonuçları Yorumlayın ve Çözüm Önerin:

- Bu modelden yola çıkarak Türkiye'nin nüfus yapısı nasıl değişebilir?
- Sizce doğurganlık oranlarını artırmak için hangi toplumsal/ekonomik politikalar etkili olabilir?
- Modelinizin hangi sınırlılıkları var? Gerçek dünyada başka hangi değişkenleri dikkate almak gerekir?

🌟 Kazanımlar (Türkiye Yüzyılı Maarif Modeline Göre):

- Gerçek yaşamdan alınan bir durumu matematiksel modele dönüştürme,
- Grafik ve tablo oluşturup yorumlayabilme,
- Geleceğe dair öngörüler yapabilme (analitik düşünme),
- Toplumsal sorunlara duyarlılık geliştirme,
- Eleştirel düşünerek çözüm önerileri sunabilme.

EK-A2: Öğretmen adayı 1'in ChatGPT ile ürettiği son taslak

Türkiye'de Doğurganlık Oranları: Geleceğin Nüfus Yapısına Bir Bakış

Türkiye, uzun yıllar genç nüfus yapısıyla dikkat çeken bir ülkedir. Ancak son yıllarda doğurganlık oranlarında belirgin bir azalma yaşanıyor. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre, 2001 yılında bir kadının doğurganlık çağında sahip olduğu ortalama çocuk sayısı 2,38 iken, 2023 yılında bu oran 1,51'e kadar geriledi. Uzmanlar, nüfusun kendini yenileyebilmesi için bu oranın en az 2,1 olması gerektiğini belirtiyor.

Dünyada pek çok ülke (örneğin Japonya, Güney Kore) bu düşüşün etkilerini yıllardır yaşıyor: yaşlanan nüfus, azalan iş gücü, sosyal güvenlik sistemleri üzerindeki baskılar... Türkiye de benzer bir yol ayrımında mı?

Bu konu sadece devlet politikalarını değil, aynı zamanda toplumun her kesimini etkiliyor. Matematik ise bu gibi karmaşık toplumsal süreçleri daha iyi anlayabilmek için güçlü bir araç sunuyor. Doğru kurulan matematiksel modeller, geleceğe dair daha net bir bakış sağlayabilir.

Aşağıda Türkiye'nin son 20 yıldaki doğurganlık oranları verilmiştir:

| Yıl | Toplam Doğurganlık Oranı |
|------|--------------------------|
| 2001 | 2,38 |
| 2005 | 2,12 |
| 2010 | 2,05 |
| 2015 | 2,07 |
| 2020 | 1,76 |
| 2023 | 1,51 |


Sizi Düşündürmeye Yöneltecek Sorular:

- Bu verilere baktığınızda doğurganlık oranlarındaki değişimi nasıl yorumlarsınız?
- Sizce bu değişim düzenli mi yoksa dalgalı bir seyir mi izliyor?
- Bu tür veriler için nasıl bir matematiksel model uygun olabilir? Doğrusal mı, üstel mi, başka bir tür mü?
- Modelinizi kurduğunuzda gelecekte (örneğin 2030 ve 2040 yıllarında) doğurganlık oranının nasıl değişeceğini öngörebilir misiniz?
- Sizce bu modelin gücü ve sınırlılıkları nelerdir?
- Türkiye'nin nüfus yapısında bu düşüşün uzun vadeli etkileri neler olabilir?
- Doğurganlık oranlarını artırmak için hangi toplumsal veya ekonomik önlemler alınabilir? Bu önlemler matematiksel modelinizi nasıl etkiler?

Bu soruların ardından teknolojik araçlardan (örneğin Excel, GeoGebra) yararlanarak verileri analiz edip uygun matematiksel modeli oluşturmanız beklenmektedir. Böylece hem matematiksel düşünme becerilerinizi geliştirecek hem de gerçek hayattaki önemli bir toplumsal meseleye farklı bir bakış açısıyla yaklaşmış olacaksınız.

Raporunuzda Şunlar Yer Almalıdır:

- Etkinlik boyunca nasıl bir süreç geçirdiğinizi ve hangi adımları izlediğinizi açıkça anlatın,
- Verileri analiz ederken ve modelinizi kurarken karşılaştığınız zorlukları ve bunlara nasıl çözümler bulduğunuzu belirtin,
- Hangi matematiksel modeli seçtiğinizi, bu modele nasıl ulaştığınızı ve neden bu modeli tercih ettiğinizi açıklayın,
- Kurduğunuz modelin sonuçlarını ve bu sonuçlardan çıkardığınız yorumları paylaşın,
- Süreç boyunca öğrendiğiniz yeni şeyleri ve genel olarak bu çalışmadan çıkardığınız dersleri değerlendirin.

 **Not:** Modelleme sürecinizin yalnızca sonucun değil, tüm deneyiminizi yansıtmayı beklenmektedir. Kullandığınız teknolojik araçlar süreci nasıl kolaylaştırdı? Hangi yönlerde zorlandınız? Bunları içtenlikle ifade etmek raporunuzun kalitesini artıracaktır.

EK-B: Öğretmen adayı 2'nin ChatGPT ile ürettiği taslaklar

EK-B1: Öğretmen adayı 2'nin ChatGPT ile ürettiği ilk taslak

Modelleme Etkinliği: "Bir Şehrin Su Tüketim Modeli"

Amaç:

Bir şehirde günlük su tüketimini etkileyen faktörleri belirlemek ve basit bir matematiksel model oluşturmak.

Adımlar:

1. Problemi Tanımlama:

- Amaç: Belirli büyüklükteki bir şehirde günlük su tüketiminin yaklaşık olarak hesaplanması.
- Sorular: Şehirde kişi başına günlük su tüketimi nedir? Hangi faktörler (nüfus, mevsim, sıcaklık vb.) su tüketimini etkiler?

2. Gerçek Durumu Basitleştirme:

- İlk aşamada sadece şu faktörler dikkate alınacak:
 - Şehir nüfusu (N)
 - Kişi başına günlük ortalama su tüketimi (L litre)

3. Model Kurma:

- Basit bir doğrusal model önerilir:
Toplam Su Tüketimi (T) = N × L
- Daha gelişmiş bir model için sıcaklık etkisi dahil edilebilir:
T = N × (L + k × (S - S₀))

Burada:

- S = Günlük ortalama sıcaklık (°C)
- S₀ = Referans sıcaklık (örneğin 20°C)
- k = Sıcaklık başına ek tüketim katsayısı

4. Veri Toplama:

- Şehrin nüfusu öğrenilir.
- Yerel belediyeden veya literatürden kişi başına ortalama su tüketimi verisi alınır.
- Sıcaklık verileri hava durumu kaynaklarından toplanır.

5. Modeli Kullanma ve Test Etme:

- Seçilen birkaç gün için model uygulanır ve tahmini tüketim gerçek verilerle karşılaştırılır.
- Modelin geçerliliği değerlendirilir.

6. Sonuçları Yorumlama:

- Hangi faktörlerin daha belirleyici olduğu tartışılır.
- Modelin basitliğinin avantajları ve sınırlılıkları vurgulanır.
- Modele hangi geliştirmeler eklenebilir?

EK-B2: Öğretmen adayı 2'nin ChatGPT ile ürettiği son taslak

ETKİNLİK: KİŞİSEL KARBON AYAK İZİNİ HESAPLA






◆ Giriş: Neden Bu Etkinliği Yapıyoruz?

Dünyamız günümüzde büyük çevresel tehditlerle karşı karşıya. İklim değişikliği, buzulların erimesi, hava kirliliği ve doğal felaketler artık yaşamımızın bir parçası. Bunun en önemli nedenlerinden biri **karbon salınımı**dır. Karbon ayak izi, bir kişinin veya topluluğun günlük yaşamında yaptığı faaliyetler sonucu atmosfere saldırdığı toplam **karbondioksit (CO₂)** ve **diğer sera gazlarının miktarını** gösterir.

🌱 Neden önemli?




- İklim değişikliğini yavaşlatmanın ilk adımı, kendi etkimizin farkına varmaktır.
- Karbon ayak izimizi ölçerek bilinçli kararlar alabilir ve çevre üzerindeki zararımızı azaltabiliriz.
- Bu etkinlikte matematiği kullanarak çevresel farkındalığınızı artıracak ve çözüm yolları geliştireceksiniz.

⚠️ Karbon Ayak İzinin Tehlikeleri Nelerdir?

-  **Küresel Isınma:** Dünya sıcaklıklarının artması.
-  **Deniz Seviyesinin Yükselmesi:** Kıyı bölgelerinde sel ve taşkınlar.
-  **Gıda Krizi:** Tarım alanlarının zarar görmesi.
-  **Biyoçeşitlilik Kaybı:** Doğal yaşam alanlarının yok olması.
-  **Sağlık Riskleri:** Hava kirliliği ve hastalıklar.

💡 Neden Bilinçli Olmalıyız?


Karbon ayak izi sadece bizim değil, gelecek nesillerin de yaşamını etkiler. Küçük değişiklikler büyük farklar yaratır:

-  Bisiklet kullanmak,
-  Elektrikli tasarruflu kullanmak,
-  Et tüketimini azaltmak gibi basit adımlar karbon ayak izimizi önemli ölçüde azaltabilir.

🚀 Görev: Kendi Karbon Ayak İzinizi Hesaplayın

Aşağıdaki adımları takip ederek kendi karbon ayak izinizi hesaplayacaksınız.

✅ 1. Verilerinizi Toplayın

 **1 gün boyunca şunları kaydedin:**

- Ulaşım:** Kaç km yol gittiniz? Hangi taşıtı kullandınız?
- Elektrik Kullanımı:** Hangi elektrikli cihazları kullandınız? Tüketim tahmini (kWh).
- Yiyecek Tüketimi:** Ne kadar *et veya süt ürünü* tükettiniz? (kg olarak)

✅ 2. Emisyon Katsayısı Nedir? (Araştırma Yapın)

Her faaliyetin atmosfere ne kadar CO₂ saldırdığını belirlemek için **emisyon katsayıları** gerekir. Bunlar:

- 1 km yolculuk için emisyon katsayısı,
- 1 kWh elektrik için emisyon katsayısı,
- 1 kg et için emisyon katsayısı gibi değerlerdir.

🔍 Sizden Beklenen:

- Araştırma yaparak bu katsayıları bulun ve güvenilir kaynaklardan not edin.

📊 Araştırma Tablosu:

| Kategori | Alternatif | Bulduğum Katsayı (kg CO ₂ / birim) |
|----------|------------|---|
| Ulaşım | | |
| Ulaşım | | |
| Elektrik | | |
| Elektrik | | |
| Yiyecek | | |
| Yiyecek | | |

✓ 3. Kendi Matematiksel Modelinizi Kurun

Bulduğunuz katsayılarla kendi modelinizi oluşturun. Değişkenleri tanımlayın:

- U = ulaştığınız toplam km
- E = tükettiğiniz elektrik miktarı (kWh)
- Y = tükettiniz et miktarı (kg)

Ve emisyon katsayılarınızı:

- Ku = ulaşım için ... kg CO₂/km
- Ke = elektrik için ... kg CO₂/kWh
- Ky = yiyecek için ... kg CO₂/kg

👉 Modeliniz şu şekilde olacak:

$$\text{Karbon Ayak İzi} = (Ku \times U) + (Ke \times E) + (Ky \times Y)$$

✓ 4. Hesaplamalarınızı Yapın

- Modelinizi kullanarak tüm hesaplamalarınızı yapın.
- Sonuçları **tablo veya grafik**le gösterin.

✓ 5. Yarıya Düşürme Hedefi: Yeni Bir Model Kurun

Şimdi hedefiniz: **karbon ayak izinizi yarıya indirmek**.

- İlk hesapladığınız karbon ayak izi sonucunun yarısını hedef belirleyin.
- Bu hedefe ulaşmak için **hangi değişiklikleri yapacağınızı** planlayın (örneğin ulaşım, elektrik veya beslenme değişiklikleri).
- Yeni katsayılar ve yeni değişkenlerle **yeni bir model oluşturun**.

✓ 6. Hedefe Ulaştınız mı?

- Yeni modeliniz karbon ayak izinizi yarıya düşürdü mü?
- Hedefe ulaşmak için hangi değişiklikler en etkili oldu?
- Bu değişiklikler **gerçek yaşamınızda uygulanabilir mi?**

✓ 7. Karbon Ayak İzinizi Azaltmak İçin Öneriler Geliştirin

En az 3 öneri oluşturun. Her önerinin nasıl bir etkisi olacağını açıklayın.

👉 **Örnek Şablon:**

1 **Öneri:**

Açıklama:

2 **Öneri:**

Açıklama:

3 **Öneri:**

Açıklama:

👉 **Raporunuzu Hazırlayın**

Raporunuz şu bölümleri içermeli:

- 1 Problemin Tanımı
- 2 Toplanan Veriler
- 3 Araştırdığınız Emisyon Katsayıları
- 4 Matematiksel Modeliniz
- 5 Hesaplamalar ve Sonuçlar
- 6 Yarıya Düşürme Hedefi ve Yeni Model
- 7 Öneriler ve Yorumlar

👉 **Sonuç:**

Bu etkinlikle:

- ✓ Kendi karbon ayak izinizi hesaplayacaksınız.
- ✓ Matematiksel bir model kurmayı ve kullanmayı öğreneceksiniz.
- ✓ Karbon ayak izinizi yarıya düşürmek için çözüm yolları geliştireceksiniz.
- ✓ Çevresel farkındalığınızı artıracaksınız.

► **Unutmayın:** Küçük değişiklikler büyük farklar yaratır. Matematiği kullanarak dünyayı korumaya bugünden başlayın! 😊

EK-C: Öğretmen adayı 3'ün ChatGPT ile ürettiği taslaklar

EK-C1: Öğretmen adayı 3'ün ChatGPT ile ürettiği ilk taslak

Senaryo: Yeni Bir Lise Kampüsü Planlamak

Şehrinizde şu anda birden fazla lise binasında eğitim veriliyor. Ancak bu binalar **eski, yetersiz ve güvenlik riski taşıyor**. Belediye ve Milli Eğitim Müdürlüğü, tüm bu okulları **birleştirecek yeni bir kampüs** kurmak için kolları sıvadı. Amaç:

- Eski binalardan taşınacak öğrenci sayısını en iyi şekilde karşılamak,
- Sınıf mevcutlarını azaltmak (örneğin sınıf başına max. 30 öğrenci hedefleniyor),
- Şehrin erişim açısından uygun bir yerinde kampüs kurmak (öğrenciler çok uzak kalmasin),
- Maliyetleri minimumda tutmak (arsa maliyeti + inşaat maliyeti + ulaşım giderleri),
- Aynı zamanda doğaya zarar vermeyecek, çevre dostu bir yer seçmek.

Elindeki veriler şunlar olabilir:

- Her okulun öğrenci sayısı, öğretmen sayısı,
- Mevcut binaların kapasiteleri (örneğin kaç sınıf var, sınıf başına düşen öğrenci sayısı),
- Kampüs için düşünülebilecek 3-4 farklı arsa seçeneği (her birinin konumu, büyüklüğü, fiyatı, şehir merkezine uzaklığı, ulaşım imkânları),
- Yapılacak kampüste hedeflenen sınıf kapasitesi, spor alanları, yemekhane gibi ihtiyaçlar,
- Ulaşım maliyeti formülleri (örneğin km başına otobüs maliyeti vs.).

Öğrencilerden beklenenler:

- Her aday kampüs alanını **analiz etmeleri** (hangi arsa daha uygun?),
- **Toplam maliyeti hesaplayan bir model kurmaları**, içine hem bina maliyetini hem ulaşım maliyetini dahil etmeleri,
- Sınıf büyüklüğü hedefini sağlayıp sağlamadıklarını **test etmeleri**, gerekiyorsa yeni öneriler sunmaları,
- **Kendi kararlarını matematiksel olarak gerekçelendirmeleri**.

EK-C2: Öğretmen adayı 3'ün ChatGPT ile ürettiği son taslak

Etkinlik: Depreme Dayanıklı ve Ekonomik Bir Kampüs Planlıyoruz

Senaryo:

Türkiye, dünyanın en aktif deprem kuşaklarından birinde yer almaktadır. Son yıllarda yaşanan büyük depremler, **sağlam ve güvenli yapıların** önemini hepimize bir kez daha hatırlatmıştır. Depreme dayanıklı yapılar inşa etmek, sadece mühendislerin değil, **tüm toplumun sorumluluğudur**.

Şehrinizde bulunan liselerden bazıları artık **deprem riski taşıyor** ve kullanım ömrünü tamamlamış durumda. Milli Eğitim Bakanlığı, bu okulları bir araya toplayacak **yeni ve güvenli bir lise kampüsü** kurmak için harekete geçti. Amaç, öğrencilerin ve öğretmenlerin **güven içinde eğitim görebileceği**, aynı zamanda **bütçesi iyi planlanmış** modern bir kampüs inşa etmek.

Bu proje kapsamında, **en güvenli ve en ekonomik çözümün** bulunması için çeşitli firmaların sunduğu malzemeler ve bina tasarımları değerlendirilecek. Hedef, depreme dayanıklı ve maliyeti uygun bir kampüs tasarlamak.

Kampüs Bilgileri:

- **Arazi büyüklüğü:** Yaklaşık 30.000 m².
- **Binalar:**
 1. Ana okul binası,
 2. Spor salonu,
 3. Kütüphane/sosyal tesis,
 4. Yemekhane,
 5. Laboratuvar binası.
- **Toplam kapalı alan:** Yaklaşık 10.000 m².
- **Bütçe:** 180.000.000 TL
(Bütçe Mayıs 2025'teki dolar kuru (~32 TL/USD) dikkate alınarak belirlenmiştir.)

Firma Seçenekleri:

Her firma **bütün malzemeleri sağlıyor**. Firma seçildikten sonra başka bir yerden malzeme alınamaz.

| Malzeme Türü | Firma A (₺/m ²) | Firma B (₺/m ²) | Firma C (₺/m ²) |
|----------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Standart Beton | 1.400 | 1.600 | 1.800 |
| Yüksek Muk. Beton | 2.300 | 2.600 | 2.800 |
| Çelik | 3.200 | 3.500 | 3.800 |
| Hibrit (Çelik+Beton) | 3.800 | 4.200 | 4.500 |

Not:

- Firma A'nın malzemeleri daha uygun fiyatlı ama dayanıklılığı biraz daha düşük.
- Firma C en kaliteli ama en pahalı seçenekleri sunuyor.

Dayanıklılık Katsayıları:

| Malzeme Türü | Dayanıklılık Katsayısı (D) |
|----------------------|----------------------------|
| Standart Beton | 1.0 |
| Yüksek Muk. Beton | 1.8 |
| Çelik | 2.5 |
| Hibrit (Çelik+Beton) | 3.0 |

Zemin Bilgisi:

- Kampüsün yapılacağı yer **orta sertlikte bir zemin** (Risk katsayısı = 1.2).

Görevleriniz:**1 Firma Seçimi:**

- Hangi firmayı seçtiniz? Neden bu firmayı tercih ettiniz? (Dayanıklılık ve maliyet dengesini düşünerek açıklayın.)

2 Bina Tasarımı:

- Kaç katlı binalar planladınız? (En fazla 5 kat önerilir.)
- Hangi malzemeyi kullandınız? (Tüm binalarda aynı malzemeyi seçmek zorundasınız.)

3 Güvenlik Hesabı:

Güvenlik puanını hesaplayın:

$$\text{Güvenlik Puanı} = \frac{D}{K} \times \frac{1}{Z}$$

- D = Dayanıklılık katsayısı,
- K = Kat sayısı,
- Z = Zemin risk katsayısı (1.2).

👉 **Hedef:** Güvenlik puanınız en az 1.0 olmalıdır.

4 Bütçe Hesabı:

Toplam maliyeti hesaplayın:

$$\text{Toplam Maliyet} = 10.000 \text{ m}^2 \times \text{Malzeme Fiyatı (₺/m}^2\text{)}$$

👉 **Bütçeniz 180.000.000 TL'yi aşmamalı.**

5 Sonuç ve Değerlendirme:

- Seçtiğiniz firma ve malzemenin **avantajlarını ve dezavantajlarını** yazın.
- Kararınızı verirken hangi noktaları ön planda tuttunuz? (Örneğin maliyet mi, güvenlik mi?)
- Sizce **daha iyi bir çözüm için başka hangi yollar denenebilir?** Kısaca önerilerinizi yazın.

✅ Etkinlik Kazanımı:

Bu etkinlikte **güvenli yapıların önemini** daha yakından tanıyacak, **hesaplamalar yaparak analiz ve değerlendirme becerilerinizi** geliştireceksiniz.

EK-Ç: Öğretmen adayı 4'ün ChatGPT ile ürettiği taslaklar

EK-Ç1: Öğretmen adayı 4'ün ChatGPT ile ürettiği ilk taslak

📖 Senaryo – Ulaşımında Yenilik Aranıyor!

Büyükşehir Belediyesi, şehir içi ulaşım sisteminin hem **ekonomik hem de çevre dostu** olması için yeni bir taşıma planı hazırlamaya karar vermiştir. Amaç, şehir merkezinden banliyölere giden **3 ana hattaki ulaşım araçlarının** sayısını, yolcu kapasitesini, yakıt tüketimini ve ortalama seyahat süresini dikkate alarak en uygun ulaşım planını yapmaktır.

Belediye, otobüs, minibüs ve elektrikli tramvay olmak üzere 3 ulaşım türünü değerlendirmeye almıştır. Her ulaşım türü için maliyet, kapasite ve hız bilgileri aşağıdaki tabloda verilmiştir:

| Ulaşım Türü | Araç Başına Maliyet (₺) | Araç Kapasitesi (kişi) | 1 km'de Tüketilen Enerji (L/kWh) | Ortalama Hız (km/sa) |
|--------------------|-------------------------|------------------------|----------------------------------|----------------------|
| Otobüs | 1.200.000 | 80 | 0,30 L | 45 |
| Minibüs | 500.000 | 20 | 0,15 L | 40 |
| Elektrikli Tramvay | 2.000.000 | 150 | 1,5 kWh | 50 |

Her hatta günde ortalama 8000 kişi taşınmaktadır ve her bir hat 30 km uzunluğundadır. Belediye, bu hatların her birinde:

- Günlük toplam yolcu kapasitesini karşılayacak,
- Yakıt tüketimini (veya elektrik enerjisini) en aza indirecek,
- Ve toplam maliyet 25 milyon TL'yi aşmayacak bir planlama yapmak istemektedir.

🔍 Öğrencilere Sorulacak Açık Uçlu Sorgulayıcı Sorular:

1. Hangi ulaşım türünden kaç tane kullanılmalıdır?
2. Hangi kombinasyon yolcu kapasitesini karşılar ve toplam maliyet sınırını aşmaz?
3. Hangi ulaşım türü enerji açısından daha verimlidir?
4. Modelinizi nasıl oluşturduunuz? (denklemler/dizi/orantı kullandınız mı?)
5. Bu modeli başka şehirler için nasıl genelledebilirsiniz?
6. Kararınızı verirken hangi kriterleri göz önünde bulundurdunuz?

EK-Ç2: Öğretmen adayı 4'ün ChatGPT ile ürettiği son taslak

Etkinlik Başlığı:

Evimizde Enerji Avı: Ailemizi Daha Az Faturayla Aydınlatabilir miyiz?

Durum:

Ailen son birkaç aydır gelen elektrik faturalarının çok yüksek olduğundan şikâyet ediyor. Sen de bu durumu fark ettin ve "Acaba evimizdeki hangi cihazlar bu kadar enerji harcıyor olabilir?" diye düşünmeye başladın. Hatta bir adım ileri giderek, "Enerji tasarrufu yapmanın matematiksel bir yolunu bulabilir miyim?" diye merak ettin.

Şimdi senin görevin, **evdeki enerji kullanımını analiz edip**, hem aile bütçesini koruyacak hem de elektrik tüketimini azaltacak bir **matematiksel model oluşturmak!**

Bazı Örnek Bilgiler (Varsayalım ki...):

- Ailenin evinde **10 adet eski tip ampul** var ve her biri **günde 5 saat** çalışıyor.
- Her eski tip ampul: **60 watt (W)**
- Yeni tip LED ampul: **9 watt (W)**
- Elektrik birim fiyatı: **1 kWh = 4,3 TL**
- Ailenin cihaz kullanım süreleri (haftalık):
 - Televizyon: 28 saat
 - Ütü: 3 saat
 - Buzdolabı: 24 saat (her gün çalışıyor)

Hazır Oluş Soruları:

1. Enerji tüketimi ve maliyeti azaltmak için **hangi önerileri** modelleyebilirsin?
2. **Faturayı yüzde kaç azaltmak** mümkün olabilir?
3. **Hangi cihazdan veya alışkanlıktan vazgeçmek, faturayı daha fazla düşürür?**
4. Bu modeli başka ailelerde ya da okullarda da kullanmak mümkün olur mu?

Unutma:

Bu bir "doğru cevap" problemi değil. Senin **gözlem, hesaplama, kıyaslama ve tavsiyelerin** çok değerli. Amacın **en iyi çözüm yolunu bulmak** ve bunu **matematiksel olarak savunmak**.

Son Sorular:

Evinde daha az enerjiyle yaşayabileceğin bir model kurabilir misin?
Bana modelini nasıl oluşturduğunu bir mektup yazarak anlatabilir misin?

EK-D: Öğretmen adayı 5'in ChatGPT ile ürettiği taslaklar

EK-D1: Öğretmen adayı 5'in ChatGPT ile ürettiği ilk taslak

Bağlam Önerisi: Yardım Kolisi Planlaması

Durum:

Bir doğal afet sonrası yardım derneğinde gönüllü olarak çalışan bir ekip, afetzedelere gönderilecek yardım kolilerini planlamaktadır. Her kolide çeşitli gıda ürünleri yer alacak ve bu ürünlerin bazıları kesirli miktarlardadır (örneğin, 1 tam $\frac{3}{4}$ kg pirinç, 2 $\frac{1}{2}$ litre süt, $\frac{3}{4}$ kg şeker gibi). Ancak bazı ürünlerin temininde eksikler olmuş ve bazı kolilerden bir miktar çıkarılması gerekmiştir.

Ekip, her kolideki ürünlerin toplam ağırlığını yeniden hesaplamalı ve yeni dağıtım planını buna göre belirlemelidir.

Öğrencilerin Karşılaşabileceği Problemler:

- Her kolide toplam kaç kg gıda kalır?
- Yeni eklenen veya çıkarılan ürünlerle kolilerin ağırlık dengesini nasıl sağlayabiliriz?
- Eğer her kolinin ortalama 5 kg olması isteniyorsa, bazı kolilere ekleme mi yapılmalı yoksa çıkartma mı?
- Aynı ağırlıkta koliler yapmak için ürün miktarlarını nasıl ayarlarsınız?

Gerçekçilik Açısından Neden Uygun?

- Afet yardımı gibi toplumsal duyarlılığı olan bir bağlam sunar.
- Kesirlerle yapılan işlemleri doğal bir ortamda gerektirir.
- Öğrenciler sadece işlemleri yapmaz; ayrıca karar verir, karşılaştırır ve strateji geliştirir.
- Aynı zamanda matematiğin topluma katkısını fark ettirir.

EK-D2: Öğretmen adayı 5'in ChatGPT ile ürettiği son taslak

Modelleme Etkinliği: Günlük Yardım Kolisi Planlaması

Durum:

Büyük bir deprem sonrası afet bölgesine yardım ulaştırılmasına karar verildi. Bir yardım kuruluşunda gönüllü olarak çalışıyorsun. Kuruluş, bölgedeki 5 farklı aileye **günlük ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde yardım kolileri** hazırlamak istiyor.

Ancak her ailenin büyüklüğü, yaş dağılımı ve özel ihtiyaçları farklı. Üstelik elinizdeki ürünlerin miktarı da sınırlı. Senin görevin, **günlük olarak** bu ailelerin ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde, her aileye hangi üründen **kaç adet verilmesi gerektiğini** belirleyecek bir **matematiksel model oluşturmak**.

Aile Profilleri

| Aile | Kişi Sayısı | Yaş ve Cinsiyet Dağılımı |
|--------|-------------|---|
| Aile A | 3 | 1 kadın (32), 1 erkek (35), 1 kız çocuk (6) |
| Aile B | 5 | 1 erkek (40), 1 kadın (36), 1 erkek çocuk (12), 1 kız çocuk (8), 1 kız bebek (1) |
| Aile C | 7 | 1 erkek (65), 1 kadın (62), 1 kadın (40), 1 erkek (42), 2 erkek çocuk (10, 13), 1 kız çocuk (7) |
| Aile D | 4 | 1 kadın (68), 1 erkek (35), 1 kadın (30), 1 erkek çocuk (9) |
| Aile E | 9 | 1 erkek (70), 1 kadın (68), 1 erkek (45), 1 kadın (42), 1 kadın (20), 2 erkek çocuk (11, 6), 2 kız çocuk (9, 4) |

Mevcut Günlük Yardım Malzemeleri (Toplam Günlük Stok)

| Ürün | Günlük Stok (adet) |
|---------------------------|--------------------|
| İçme suyu (1 L'lik şişe) | 30 |
| Konserve yemek | 25 |
| Paketli ekmek | 20 |
| Islak mendil | 10 |
| Hijyenik ürün (sabun/ped) | 15 |

Görevlerin

1. Durumu Analiz Et

- Ailelerin kişi sayısını, yaş ve cinsiyet dağılımını incele.
- Günlük yaşama dair hangi ürünler hangi yaş grupları için daha kritik olabilir?
 - Örneğin: Bebekli ailede sütlü konserve, yaşlı bireylerde temizlik malzemeleri öncelikli olabilir.

2. Denklemler Model Kur

Her ürün için kişi türüne göre **günlük ihtiyaç miktarını temsil eden** denklem kur.

◆ Örnek denklem yapıları:

- İçme suyu (S):

$$S = 1.2 \times \text{yetişkin} + 0.8 \times \text{çocuk} + 1.0 \times \text{yaşlı}$$

- Hijyenik ürün (H):

$$H = 1 \times \text{kadın} + 0.5 \times \text{yaşlı}$$

- Konserve yemek (K):

$$K = \text{kişi sayısı} \times 1$$

- Islak mendil (M):

$$M = 1 \times \text{bebek} + 0.5 \times \text{çocuk} + 0.5 \times \text{yaşlı}$$

- Ekmek (E):

$$E = 1 \times \text{kişi sayısı}$$

✓ Bu denklemler sana örnektir. Kendi katsayılarını sen belirleyebilirsin ama:

- Gerçekliğe uygun olmalı (örneğin bir kişi günde 3 ekmek yemez).
- Her ürünün **toplam miktarı** stok sınırlarını **aşmamalı**.

3. Günlük Dağıtım Planla

- Kurduğun denklemleri her aileye uygulayarak ürün miktarlarını belirle.
- **Toplamda verilen miktarlar**, yukarıdaki günlük stok miktarlarını geçmemeli.
- Gerekirse denklemdaki katsayıları yeniden düzenle.

4. Alternatif Modeller Geliştir ve Karşılaştır

En az iki farklı dağıtım stratejisi geliştir:

- Örneğin birinde kişi sayısına göre dağıtım yap, diğerinde yaşa veya özel duruma göre.
- Hangi model daha adil? Hangisi daha gerçekçi?

5. Sonuçları Belgele

Aşağıdaki başlıkları içeren **kısa bir rapor** yaz:

- Her ürün için kullandığın denklemler ve gerekçeleri,
- Her aileye düşen ürün miktarları (tablolaştır),
- Toplam stok kontrolü: Stoklar aşıldı mı, nasıl dengelendi?
- Denediğin farklı modeller ve karşılaştırmaları,
- En uygun bulduğun modeli neden seçtiğin.

EK-E: Öğretmen adayı 6'nın ChatGPT ile ürettiği taslaklar

EK-E1: Öğretmen adayı 6'nın ChatGPT ile ürettiği ilk taslak

📄 Senaryo (Taslak)

Okulunuz, yıl sonu pikniği için tüm 7. sınıf öğrencileriyle birlikte bir etkinlik düzenlemeye karar verdi. Her sınıf, piknikte sunulacak yiyecek ve içeceklerin alışverişinden sorumlu olacak.

Sınıfınıza, toplam **2000 TL'lik bir bütçe** verildi. Bu bütçeyle aşağıdaki marketten ürünler alınacak:

| Ürün | Etiket Fiyatı | Kampanya Durumu |
|----------------------|---------------|-----------------------------|
| Meyve suyu (1 L) | 24 TL | 3 al %10 indirim |
| Sandviç ekmeği | 4 TL | 10'dan fazlası %5 indirimli |
| Peynir (500 g) | 60 TL | %15 zam yapılmış yeni fiyat |
| Atıştırmalık (100 g) | 12 TL | %25 indirim |
| Kağıt tabak (25'li) | 35 TL | 2 paket alana %20 indirim |

🧠 Öğrencinin karşı karşıya kalacağı kararlar:

- Ürünlerin kampanyalarını anlamak ve buna göre **indirimli/zamlı fiyatları** hesaplamak,
- Bütçeyi aşmadan **kaç adet ürün alınabileceğini** belirlemek,
- Bazı ürünlerin **yüzdesele karşılıklarını tahmin etmek**,
- En fazla öğrenciyi memnun edecek bir alışveriş planı hazırlamak.

? Öğrenciye Yönelik Sorgulayıcı Sorular:

- Hangi ürünlerde indirim, hangilerinde zam var? Bunları hesapla.
- 2000 TL'yi aşmadan bu ürünlerden kaç tane alabilirsin?
- Öğrenci başına eşit dağıtım yapabilmem için kaç kişilik malzeme alıyorsun?
- Bütçeyi aşmadan farklı bir ürün planlaması yapabilir misin?
- **Tahmin et:** Atıştırmalıkların %75'i 20 öğrenciye yetiyor mu?

EK-E2: Öğretmen adayı 6'nın ChatGPT ile ürettiği son taslak

📁 MODELLEME ETKİNLİĞİ:

"Bütçeyle Alışveriş: Kampanyaları Avantaja Çevir"

(Güncellenmiş Fiyatlarla)

🎯 KAZANIM:

- M.7.1.5.1. Bir çokluğun belirtilen bir yüzdesine karşılık gelen miktarını ve belirli bir yüzdesi verilen çokluğun tamamını bulur.
- a) %120 gibi %100'den büyük ve %0,5 gibi %1'den küçük yüzdelerle ifadelerin anlaşılmasına yönelik çalışmalara yer verilir.
- b) Bir çokluğun belirtilen bir yüzdesini tahmin etmeye yönelik çalışmalara yer verilir.

📄 SENARYO

Okulunuzda bu yıl 7. sınıflarda toplam **4 şube** var ve her şubede ortalama **25 öğrenci** bulunuyor. Yani toplamda **100 öğrenci** bahar şenliği için hazırlanıyor.

Okul yönetimi, her sınıfa **2000 TL'lik bir alışveriş bütçesi** verdi. Bu bütçeyle her sınıf, kendi masasını donatmak üzere market alışverişini yapacak. Ancak gittiğiniz markette bazı ürünlerde **zam**, bazılarında **indirim** ya da **kampanya** var.

Her sınıf, ihtiyaçlarını ve tercihlerini göz önünde bulundurarak, **verilen bütçeye uygun şekilde dilediği ürünleri seçebilir**. Alışveriş planınızı oluştururken hem fiyat değişikliklerini hem de sınıfınızdaki öğrenci sayısını göz önünde bulundurmanız bekleniyor.

🛒 ÜRÜN LİSTESİ (Gerçekçi Fiyatlarla)

| Ürün | Etiket Fiyatı (₺) | Kampanya/Zam Durumu |
|----------------------|-------------------|--|
| Meyve Suyu (1 L) | 34,90 | %10 indirim (3 adet alındığında) |
| Sandviç Ekmeği | 7,50 | %5 indirim (10 adet ve üzeri) |
| Beyaz Peynir (500 g) | 89,90 | %15 zam uygulanmış (yeni fiyat hesaplanacak) |
| Atıştırmalık (100 g) | 18,00 | %25 indirim |
| Kağıt Tabak (25'li) | 42,50 | %0,5 indirim (çok küçük fark) |

💬 SORULAR

- 🛒 Marketteki kampanya ve fiyat değişikliklerini dikkate alarak hangi ürünleri seçmenin mantıklı olacağını düşünüyorsunuz? Neden?
- 💰 Sana verilen bütçeyi nasıl kullanırsan hem israfı önler hem de herkesin hakkını almasını sağlarsın?
- 👥 Sınıftaki her öğrenciye adil bir şekilde ürünleri dağıtmak istiyorsan hangi kararları vermelisin?
- 🗳️ Aldığın kararlar okulun tüm 7. sınıfları (100 öğrenci) için de geçerli olur mu? Farklı öğrenci sayılarında alışveriş planı nasıl değişir?
- 🔍 Kampanyalardaki yüzdelerden hangileri alışveriş kararlarında seni daha çok etkiliyor? Neden bazı yüzdeler daha belirleyici?
- 📊 Tahminlerinle gerçek hesaplamaların ne kadar örtüştü? Hangi durumda tahmin yeterliydi, hangi durumda yetmedi?
- 🧠 Bu alışveriş planında karşılaştığın zorluklar nelerdi? Bunları çözmek için nasıl bir strateji izledin?
- 📄 Sence oluşturduğun planın güçlü ve zayıf yönleri neler? Bu planı geliştirmenin yolları olabilir mi?

EK-F: Yarı Yapılandırılmış Görüşme Soruları**YARI YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME SORULARI**

1. Model Oluşturma Etkinliği için bir gerçek yaşam bağlamı oluşturması için ChatGPT'den nasıl bir destek istersiniz?
2. ChatGPT'nin oluşturduğu etkinliğin model oluşturma prensipleri bağlamında nasıl denetlersiniz?
3. ChatGPT nin, modelleme etkinlikleri oluşturma sürecinde matematiksel doğruluk ve tutarlılık sağlamadaki başarısını değerlendirir misiniz?
4. ChatGPT'nin sunduğu çözümlerle kendi matematiksel düşünme süreciniz arasında nasıl farklılıklar gözlemlediniz?
5. ChatGPT'nin size sunduğu önerileri yaratıcılık ve özgünlük bağlamında değerlendirir misiniz?

EK-G: Eğitim Bilimleri Enstitüsü Araştırma Etik Kurulu Onay Bildirimi

T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Araştırma Etik Kurulu



Sayı : E-51944218-050-00004196312
 Konu : Etik Kurul (Prof. Dr. Şenol DOST ve Yağmur SOYDAŞ)

06/05/2025

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞINA

İlgi : 19.03.2025 tarihli ve E-82474949-050-00004126085 sayılı yazınız.

Ana Bilim Dalınız Matematik Eğitimi Yüksek Lisans Programı öğrencisi **Yağmur SOYDAŞ**'ın, **Prof. Dr. Şenol DOST** danışmanlığında yürüttüğü "**Matematik Öğretmen Adaylarının Chatgpt ile Modelleme Etkinliği Oluşturma Süreçlerinin İncelenmesi**" başlıklı tez çalışması Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Araştırma Etik Kurulunun **16.04.2025** tarihinde yapmış olduğu toplantıda incelenmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur.

Bilgilerinizi ve ilgiliye tebliğini rica ederim.

Prof. Dr. İsmail Hakkı MİRİCİ
 Kurul Başkanı

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu: 93446A82-59AA-4F85-8569-DAF257FDAC31

Belge Doğrulama Adresi: <https://www.turkiye.gov.tr/hu-ebys>

Adres: Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü 06800
 Beytepe-ANKARA

Bilgi için: Gülğün İLKDOĞAN (EBE ARAŞTIRMA
 ETİK KURUL ÜYESİ)

E-posta: Elektronik Ağ: www.hacettepe.edu.tr

Kurul Üyesi

Telefon: Faks:

Telefon: 2978571

Kep:



EK-H: Etik Beyanı

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- * tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- * görsel, işitsel ve yazılı bütün bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- * başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- * atıfta bulunduğum eserlerin bütününe kaynak olarak gösterdiğimi,
- * kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- * bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

24/02/2026

(İmza)

Yağmur Soydaş

EK-I: Yüksek Lisans/Doktora Tez Çalışması Orijinallik Raporu

24/02/2026

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı Başkanlığına

Tez Başlığı : Matematik Öğretmen Adaylarının ChatGPT ile Modelleme Etkinliği Oluşturma Süreçlerinin İncelenmesi

Yukarıda başlığı verilen tez çalışmamın tamamı (kapak sayfası, özetler, ana bölümler, kaynakça) aşağıdaki filtreler kullanılarak **Turnitin** adlı intihal programı aracılığı ile kontrol edilmiştir. Kontrol sonucunda aşağıdaki veriler elde edilmiştir:

| Rapor Tarihi | Sayfa Sayısı | Karakter Sayısı | Savunma Tarihi | Benzerlik Oranı | Gönderim Numarası |
|--------------|--------------|-----------------|----------------|-----------------|-------------------|
| 23/02/2026 | 120 | 173,723 | 12/01/2026 | %4 | 2886185045 |

Uygulanan filtreler:

1. Kaynaklar hariç
2. Alıntılar dâhil
3. 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esaslarını inceledim ve çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan eder, gereğini saygılarımla arz ederim.

Ad Soyadı: Yağmur Soydaş

Öğrenci No.: N22239150

Ana Bilim Dalı: Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dal

İmza

Programı: Matematik Eğitimi Programı

Statüsü: Y.Lisans Doktora Bütünleşik Dr.

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.

Prof. Dr. Şenol Dost

(İmza)

EK-İ: Thesis/Dissertation Originality Report

24/02/2026

HACETTEPE UNIVERSITY
Graduate School of Educational Sciences
To The Department of Mathematics and Science Education

Thesis Title: An Analysis of Prospective Mathematics Teachers' Processes of Designing Model-eliciting Activities with Chatgpt

The whole thesis that includes the *title page, introduction, main chapters, conclusions and bibliography section* is checked by using **Turnitin** plagiarism detection software take into the consideration requested filtering options. According to the originality report obtained data are as below.

| Time Submitted | Page Count | Character Count | Date of Thesis Defense | Similarity Index | Submission ID |
|----------------|------------|-----------------|------------------------|------------------|---------------|
| 23/02/2026 | 120 | 173,723 | 12/01/2026 | %4 | 2886185045 |

Filtering options applied:

1. Bibliography excluded
2. Quotes included
3. Match size up to 5 words excluded

I declare that I have carefully read Hacettepe University Graduate School of Educational Sciences Guidelines for Obtaining and Using Thesis Originality Reports; that according to the maximum similarity index values specified in the Guidelines, my thesis does not include any form of plagiarism; that in any future detection of possible infringement of the regulations I accept all legal responsibility; and that all the information I have provided is correct to the best of my knowledge.

I respectfully submit this for approval.

Name Lastname: Yağmur Soydaş
Student No.: N22239150
Department: Department of Mathematics and Science Education
Program: Mathematics Education Program
Status: Masters Ph.D. Integrated Ph.D.

Signature

ADVISOR APPROVAL

APPROVED

Prof. Dr. Şenol Dost

(Signature)

EK-J: Yayınlama ve Fikrî Mülkiyet Hakları Beyanı

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan "**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**" kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- Enstitü/Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. ⁽¹⁾
- Enstitü/Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren ... ay ertelenmiştir. ⁽²⁾
- Tezime ilgili gizlilik kararı verilmiştir. ⁽³⁾

24 /02 /2026

(imza)

Yağmur Soydaş

"Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge"

- (1) Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezimin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.
- (2) Madde 6.2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internette paylaşılması durumunda 3 şahıslara veya kurumlara haksız kazanç; imkânı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezimin erişime açılması engellenebilir.
- (3) Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir*. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.
Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir

*Tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir.

