BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ MATEMATİKSEL MODELLEME BECERİLERİNİN GELİŞTİRİLMESİNE YÖNELİK ÖĞRENME ORTAMININ HAZIRLANMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI

(İLKÖĞRETİM MATEMATİK EĞİTİMİ)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GÜLZADE KARACI

EKİM 2016

BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ MATEMATİKSEL MODELLEME BECERİLERİNİN GELİŞTİRİLMESİNE YÖNELİK ÖĞRENME ORTAMININ HAZIRLANMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI

(İLKÖĞRETİM MATEMATİK EĞİTİMİ)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GÜLZADE KARACI

DANIŞMAN: Doç. Dr. İlhan KARATAŞ

ZONGULDAK

Ekim 2016

KABUL:

Gülzade KARACI tarafından hazırlanan "İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Becerilerinin Geliştirilmesine Yönelik Öğrenme Ortamının Hazırlanması ve Değerlendirilmesi" başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalında (İlköğretim Matematik Eğitimi) Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir. 03/10/2016

Danışman: Doç. Dr. İlhan KARATAŞ ....
Bülent Ecevit Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü

Üye: Doç. Dr. Abdulkadir TUNA ....
Kastamonu Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü

Üye: Yrd. Doç. Dr. Mustafa AKINCI ....
Bülent Ecevit Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü

ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım. ...../...../2016

Prof. Dr. Baki HAZER
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

"Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim."

Gülzade KARACI

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ MATEMATİKSEL MODELLEME BECERİLERİNİN GELİŞTİRİLMESİNE YÖNELİK ÖĞRENME ORTAMININ HAZIRLANMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Gülzade KARACI

Bülent Ecevit Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İlköğretim Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. İlhan KARATAŞ
Ekim 2016, 105 sayfa

Araştırmanın amacı ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerini geliştirilmeye yönelik hazırlanan bir öğrenme ortamını değerlendirmektir. Araştırma, 2015-2016 eğitim öğretim yılı bahar döneminde, Batı Karadeniz Bölgesi'nde yer alan bir devlet üniversitesinin İlköğretim Bölümü Matematik Öğretmenliği Anabilim Dalı 2. sınıfta öğrenim gören 24 öğretmen adayı ile yürütülmüştür.

Hem nitel hem de nicel veri toplama ve veri analiz yöntemleri kullanıldığından araştırma, karma araştırma modeli niteliği taşımaktadır. Çalışmanın nicel kısmı tek gruplu ön test-son test tasarımına göre yürütülmüştür. Bu kısımda, matematiksel modelleme ile yapılan öğretimin, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerileri üzerinde etkisi olup olmadığı incelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda, öğretmen adaylarıyla haftada 3 saat olmak üzere 13 haftalık süre boyunca matematiksel modelleme ile öğretim yapılmıştır. Öğretmen adayları ikişerli gruplara ayrılmıştır ve her hafta her gruba iki adet matematiksel modelleme

ÖZET (devam ediyor)

etkinliği verilerek çözmeleri istenmiştir. Ardından her grubun çözümünü sınıfla paylaşması ve tartışma yapılması sağlanmıştır. Son olarak her gruba yapılan her bir etkinlik için iki ayrı öz-değerlendirme formu verilerek modelleme sürecini değerlendirmeleri istenmiştir. Araştırmanın veri toplama araçları ön ve son matematiksel modelleme beceri testleri, öz-değerlendirme formları, öğrencilerin sınıf içinde yaptıkları etkinliklerin çözümleri ve araştırmacı günlükleri ve gözlem formundan oluşmaktadır. Matematiksel modelleme beceri testlerinin puanlandırılması Özer-Keskin (2008) tarafından geliştirilen analitik dereceli puanlama anahtarına göre yapılmıştır. Ön ve son matematiksel modelleme beceri testlerinden elde edilen verilerin analizinde SPSS 20 paket program kullanılarak eş örneklemler t testi yapılmıştır. Bunun yanında, betimleyici istatistikten yararlanılmıştır. Öğretmen adaylarıyla yapılan matematiksel modelleme ile öğretim sürecinden yansımaları değerlendirmek amacıyla öz-değerlendirme formları, öğretmen adaylarının çözümleri ve araştırmacı günlüklerinden elde edilen veriler betimsel analiz yöntemine göre çözümlenmiştir.

Araştırma sonucunda, öğretmen adaylarının uygulama sonrasında yapılan son matematiksel modelleme beceri testi puanlarının uygulama öncesi yapılan ön matematiksel modelleme beceri testi puanlarından anlamlı derecede yüksek olduğu görülmüştür. Dolayısıyla, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerinde gelişim olduğu söylenebilir. Testten aldıkları toplam puanlar her bir modelleme basamağına göre ayrı ayrı ele alındığında, öğretmen adaylarının uygulama öncesinde, modelleme sürecinin ilk basamağı olan problemi anlama konusunda ve diğer aşamalarda zorluk yaşadıkları görülmüştür. Buna karşın, uygulama sonrasında öğretmen adaylarının her bir modelleme basamağına ilişkin puanlarına artış görülmüştür fakat çözümü gerçek hayata yorumlama basamağında yaşadıkları zorlukların uygulama sonrasında da devam ettiği görülmüştür. Matematiksel modelleme ile yapılan öğretim sürecinden yansımalar incelendiğinde, öğretmen adaylarının süreç içerisinde de zorluklar yaşadığı, modelleme etkinliklerinin uzun ve karmaşık olduğunu ifade ettikleri ve dolayısıyla verilen problemleri anlamada zorluk yaşadığı görülmüştür. Uygulama sürecinin sonuna doğru bu zorlukların azalarak devam ettiği araştırmada elde edilen sonuçlar arasındadır.

Anahtar Kelimeler: öğretmen adayı, matematiksel model, matematiksel modelleme.

Bilim Kodu:

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

THE CONSTRUCTION AND EVALUATION OF A LEARNING ENVIRONMENT TO DEVELOP PRE-SERVICE ELEMENTARY MATHEMATICS TEACHERS' MATHEMATICAL MODELING PERFORMANCE

Gülzade KARACI

Bülent Ecevit University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Primary

Thesis Advisor: Assoc. Prof. İlhan KARATAŞ
October 2016, 105 pages

The purpose of the study was to examine and to develop pre-service elementary mathematics teachers' mathematical modeling performance. The study was conducted with 24 second-year prospective teachers taking the elective course offered in a public university in Blacksea Region during one semester.

The design of the study was mixed approach since quantitative and qualitative data collection and data analysis methods were used together. The quantitative part of the study was conducted by using single group pre-test and post-test design. In this part, the main purpose is to determine whether teaching method by using mathematical modeling has any effect on pre-service teachers' mathematical modeling skills. Pre-service teachers were taught by using mathematical modeling method during one semester. Each week they were given two mathematical modeling problems and were required to solve them by doing group work. After

ABSTRACT (continued)

that, self evaluation forms for each problem were given to each group in order to make an evaluation of the mathematical modeling process. The data collection tools of the study consisted of pre and post mathematical modeling performance tests, self evaluation forms, solution papers of the problems which were solved in the class and the researcher’s daily notes. The scoring of the mathematical modeling performance tests were made according to the analytical scoring scale which was developed by Özer-Keskin (2008). In data analysis process, SPSS 20 package program was used in order to make paired samples t test and also descriptive statistics was used. Besides, self evalution forms, solution papers and researcher’s daily notes were analyzed by the use of descriptive analysis.

The results showed that pre-service teachers’post-test scores for the mathematical modeling performance test is significantly higher than the pre-test scores which were collected before the treatment. Hence, it can be inferred that there was a development in modeling skills of the pre-service teachers. According to each modeling step, the scores of the pre-test showed that pre-service teachers had difficulty in “understanding the problem” phase which was the first step of mathematical modeling process. As a result, they could not be successful in further steps. However, there was an increase in the scores of pre-service teachers’ scores for each modeling step after the treatment. Though, the difficulties in interpreting the solutions to real life decreased but still observed at the end of the treatment. Besides, it can be concluded that the pre-service teachers had some difficulties within the mathematical modeling process and they explained that the modeling activities were too long and complicated. Until the end of treatment, those difficulties continued but in a decreasing manner.

Keywords: pre-service teacher, mathematical model, mathematical modeling.

Science Code:

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez danışmanlığımı üstlenerek, çalışmalarımın yürütülmesi sırasında yönlendirmelerini ve desteğini benden hiçbir zaman esirgemeyen, yardıma ihtiyaç duyduğum her konuda bana yol gösteren, üzerimde büyük emeği olan Doç. Dr. İlhan KARATAŞ'a sonsuz teşekkür eder, saygı ve şükranlarımı sunarım.

Tez çalışmam konusunda verdikleri önerilerle çalışmama katkı sağlayan jüri üyeleri sayın Doç. Dr. Abdulkadir TUNA ve Yrd. Doç. Dr. Mustafa AKINCI'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez yazma sürecinde destek ve yardımlarını esirgemeyen, her zaman yanımda olan sevgili arkadaşlarım Arş. Gör. Nurbanu YILMAZ, Arş. Gör. Engin YİĞİT, Arş. Gör. Canay PEKBAY'a teşekkürlerimi sunarım.

Bütün eğitim ve öğretim hayatım boyunca yanımda olan, sevgi ve desteklerini hiçbir zaman eksik etmeyen, beni büyük fedakârlıklarla yetiştirip bu günlere gelmemde karşılığı ödenemeyecek emekleri olan sevgili babam Nevzat KARACI, sevgili annem Sunay KARACI ve canım kardeşlerim Bahadır KARACI ve Batuhan KARACI'ya sonsuz sevgimi, minnetimi ve şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

ŞEKİLLER DİZİNİ

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

No Sayfa

ÇİZELGELER DİZİNİ

EK AÇIKLAMALAR DİZİNİ

Sayfa

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

$\bar{x}$: Ortalama Değer

KISALTMALAR

MEB : Milli Eğitim Bakanlığı

SPSS : Statistical Package for the Social Sciences

TIMMS : Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması (Trends in International Mathematics and Science Study)

P : Önem Derecesi

PISA : Programme for International Student Assessment (Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı)

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Çağın ilerlemesiyle birlikte, insanlığın artan ihtiyaçları yeni teknolojik gelişmeleri de beraberinde getirmektedir. Bu gelişmelerin bir sonucu olarak önceki kuşakların karşılaşmadığı yeni problemlerin ortaya çıktığı bugünlerde matematiğe değer veren, matematiksel düşünce gücü yüksek olan, matematiği modelleme ve problem çözmede kullanabilen bireylere her zamankinden daha fazla gereksinim duyulmaktadır (MEB, 2013). Bireylerin matematik kalitesinin arttırılması için ise, matematiksel kavramlar hakkında bilgi sahibi olması, matematik konusunda kendisine güvenmesi, matematiğe karşı olumlu tutum geliştirmesi ve problem çözme becerilerine sahip olması gerekmektedir (Baydar ve Bulut 2002). Bu bağlamda, ülkemizde matematik öğretim programında matematiğe değer veren, matematiksel düşünce gücü üst düzeyde olan, matematiği modelleme ve problem çözmede kullanabilen bireyler yetiştirilmesinin önemine vurgu yapılarak, matematik eğitiminin genel amaçları arasında öğrencilere matematiksel düşünce becerileri kazandırılması ve öğrencilerin problem çözme becerilerinin geliştirilmesine yer verilmektedir (MEB, 2011). Matematik eğitiminin amacı, öğrencilerin gerçek yaşam problemlerini çözerken matematiksel bilgi, beceri ve yeteneklerini kullanmalarını sağlamaktır (Blum and Leiß 2007). Bu amaç doğrultusunda, öğretim programında öğrencilerin bugünü ve geleceği keşfetmede gereksinim duyacakları matematiksel bilgi, düşünce, beceri ve tutumlarını geliştirmeleri, karşılaştıkları gerçek hayat problemlerini çözebilmeleri, matematiği gerçek hayat ve diğer disiplinlerle ilişkilendirebilmelerinin önemine vurgu yapılmaktadır (MEB 2011). Benzer şekilde, uluslararası alanda yürütülen PISA çalışmaları da matematik eğitiminin amacını, öğrencilerin günlük ve gelecek yaşamlarında matematiği kullanabilme yeteneklerini geliştirmek olduğunu ifade etmektedir (OECD, 2003). Bunun yanında, Altun (2002) de matematik öğretiminin amacının bireylere günlük hayat için gerekli olan matematiksel bilgi ve becerileri kazandırmanın yanında, onların olaylara problem çözme yöntemi ile yaklaşmasını sağlayan düşünce şeklini de kazanmalarını sağlamak olduğunu ifade etmiştir. Bu bağlamda, matematik öğretim programı; matematiksel kavramlara ve ilişkilere vurgu yaparak, yalnızca işleme dayanan ve bilgi odaklı matematik öğretimi yerine, kavramların sınıf ortamında tartışılarak öğretildiği, işleme ve kavrama dayalı bilginin bir arada ve dengeli olarak ele alındığı bir öğrenme ortamını desteklemektedir (MEB 2013).

Blum and Niss (1989), matematik öğretiminin bir amacının matematiğe ilişkin yetenek ve bilgileri öğrencilere aktarmak iken diğer bir amacının da matematiğin farklı alanlara uygulanmasına ilişkin yetenek ve bilgileri kazandırmak olduğunu ifade ederek, matematiği diğer disiplinlerle ilişkilendirmenin önemine vurgu yapmıştır. Bu görüş aynı zamanda, bireylerin matematiği günlük yaşamın her alanına uygulayabilmesi gerektiğini de vurgulamaktadır. Benzer şekilde, Bransford et al. (1999) matematik öğretiminde öğrencilerin çoğu kavramı anlamlandırabilmesi için bu kavramların farklı bağlamlarla birlikte verilmesi gerektiğini ifade etmiştir. Bununla birlikte, Doruk'a (2010) göre, matematik eğitimi gerçek problem durumları ile karşılaştığında etkin çözümler yaratabilen, matematiği gerçek hayata uygulayabilen, matematiğin günlük hayat ile olan güçlü bağını kavrayabilen ve böylelikle matematikten korkmak yerine onu sevebilen bireyler yetiştirmeyi amaçlamaktadır. Bu amaçla, bireylerin matematik dersine karşı sahip oldukları olumsuz düşünceleri değiştirebilmek için, matematiğin önemini kavramalarını sağlayan günlük yaşam problemlerine daha fazla yer verilmelidir (Huang 2012, Kaiser and Schwarz 2006). Bu görüşle aynı doğrultuda, Matsumiya et al. (1989) de öğrencilerin matematiğin sadece teorik kısmıyla ilgilenmelerini sağlamanın tek başına yeterli olmadığını, günlük yaşam problemlerini çözmelerine olanak sağlamanın asıl önemli olduğunu vurgulamıştır. Bunun yanında, Cooke (2003) da matematiğin öncelikle günlük hayat problemlerine çözüm getirmek için kullanıldığını ifade ederek, matematik ile günlük yaşam arasındaki ilişkinin kaçınılmaz olduğu düşüncesini desteklemektedir.

Öğrencilere matematiğin günlük yaşamdaki kullanım alanlarını göstermek ve onları gerçek hayatta matematiği etkili bir biçimde kullanabilen, matematikle gerçek hayat ve diğer disiplinler arasındaki ilişkiyi kurabilen bireyler olarak yetiştirmek için geleneksel sözel problemler yetersiz kalmaktadır (Greer 1997). Dolayısıyla, günlük yaşam durumlarını içeren matematiksel modelleme etkinliklerine daha çok yer verilmesi gereklidir. Özer-Keskin'in (2008) ifade ettiği gibi matematiksel modelleme gerçek hayat problemlerini çözme sürecidir. Bu nedenle matematiğin gerçek hayata aktarılması, matematiksel modelleme ile doğrudan ilişkilidir. Doruk ve Umay (2011), matematiksel modelleme aktivitelerinin, öğrencilerin matematiği günlük hayata transfer etme becerileri üzerinde olumlu etkiye sahip olduğunu ifade ederken, Doruk (2010) öğretmen merkezli ve tek düze bir sınıf ortamında gerçekleşen öğrenmenin, öğrencilerin bilgilerini günlük yaşam problemlerine aktarmaları üzerinde negatif bir etkiye sahip olabileceğini öne sürmüştür. Bu görüşle aynı doğrultuda, Baki (2008), geleneksel yaklaşımın matematiğin birbirinden bağımsız, gerçek hayatın gereksinimlerinden uzak, kesin, soyut kurallar ve ayrı ayrı öğretilmek zorunda olan denklemlerin oluşturduğu bir uğraş olarak görülmesine sebep olduğunu ve bu şekilde yapılan bir matematik öğretiminin ulaşılması istenen hedeflere uygun olmadığını ifade etmiştir.

Blum and Leiß (2007), öğrencilere matematiksel modelleme becerilerinin kazandırılması için, günlük yaşam problemlerinin önemine değinerek öğrencilere yaratıcı düşünme imkânı sunulması ve bilişsel etkinlikler aracılığıyla öğrenci merkezli öğretim yapılması gerektiğinin altını çizmiştir. Öğrencilerin matematiksel modelleme yapabilmesi için açıklama-örnekleme-alıştırma süreçlerinden oluşan geleneksel öğretim yöntemleri yerine, öğrenme etkinliklerinin daha fazla yer aldığı bir öğretimin yapılması gerekmektedir (Antoinus et al. 2007). Bunun yanı sıra, öğretim programında da günlük hayattan yola çıkılarak oluşturulmuş problemler aracılığı ile öğrencilerin formal bilgiye erişimini sağlayacak ve üst düzey düşünme becerilerini geliştirecek öğrenme ortamları hazırlanması gerektiği vurgulanmıştır (MEB 2013). Öğretim programının amaçları göz önünde bulundurulduğunda, matematiksel modellemenin bu amaçlara ulaşmada en uygun yöntemlerden biri olduğu söylenebilir. Matematiksel modelleme doğası gereği öğrenci merkezli, rutin olmayan ve gerçek hayatla ilişkili problemlerin çözülmesine yönelik bir öğretim sürecini içerdiğinden, matematiksel modellemenin matematik öğretim programında belirtilen hedeflere ulaşılmasını sağlayacak potansiyele sahip olduğu söylenebilir.

Ülkemizde geçmişte kullanılan ders kitapları ve öğretim materyalleri incelendiğinde çok az sayıda rutin olmayan problemler bulunduğu görülmektedir (Olkun ve Toluk 2002). Bununla birlikte yeni öğretim programı modellemeyi desteklemektedir ve etkili bir öğrenme ortamı oluşturulabilmesi için birtakım öneriler sunmaktadır. Matematik öğretim programına göre, matematik öğretim süreci aktif olmalı, öğrencilere araştırma yapma, matematiksel ilişkileri keşfetme, ispat yapma, modelleme ve problem çözme yaklaşımları sınıf ortamında paylaşılmalı ve öğrencilere tartışma imkânı sağlanmalıdır (MEB 2013). Bu amaç doğrultusunda, öğrencilere gerçek hayattan alınan problemler verilmesi ve üst düzey becerilerini geliştirecek bir öğretim ortamı sunulması gerektiği ve öğrencileri rekabete değil iş birliği ve dayanışma ortamına teşvik eden demokratik bir öğrenme ortamı sağlanması gerektiği vurgulanmaktadır (MEB 2013).

Yeni öğretim programında matematiksel modellemenin sınıf içinde nasıl uygulanması gerektiğine dair önerilere de yer verilmektedir. Matematiksel modelleme süreci rutin hale getirilmiş bir kurallar bütünü olarak değil; uygun değişken ve sembolleri seçerek değişkenler arasındaki ilişkileri belirleme, bunlar aracılığı ile gerçek yaşam durumunu modelleme ve bu modelin test edilmesini kapsayan dinamik bir süreç olarak gerçekleştirilmelidir. Böylelikle gerçek hayatta karşımıza çıkan durumları açıklamak ve geleceğe dair tahminlerde bulunmak için matematiğin ne kadar işe yarar bir dil sunduğunu öğrencilerin görmesi sağlanmalıdır (MEB 2013). Böylece, öğrenciler tarafından sıklıkla yöneltilen "Matematik gerçek hayatta ne işimize yarar?" sorusuna da bir cevap getirilmiş olacağı söylenebilir. Aynı zamanda, modelleme ve problem çözme süreci boyunca öğretmen öğrencilere doğrudan hazır bilgiyi sunarak doğru veya yanlışı dayatmak yerine onları düşünmeye sevk edecek şekilde destek sunmalıdır (MEB 2013).

Özetle, matematiksel kavramların doğası gereği soyut özellikler gösterdiğinden bu kavramların öğretimi için gerçek hayattaki somut örneklerden ve modellerden yola çıkılması önerilmiştir (Baki 2008). Matematiksel modelleme, gerek öğrencilere matematiği hayatlarının bir parçası olduğunu hissettirmesi gerekse onların matematikten keyif almalarını sağlaması yönünden, matematik eğitimcileri tarafından etkili bir araç olarak kullanılmaya son derece uygun görülmektedir (Doruk 2010).

1.1 ARAŞTIRMANIN PROBLEMİ

Matematik ve fen alanlarında verilen eğitim öğretimin iyileştirilmesi amacıyla dünya çapında TIMMS (Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması) çalışmaları yapılmaktadır. 4. ve 8. sınıf düzeyindeki öğrencilerin fen ve matematik alanlarına yönelik bilgi ve becerilerini değerlendiren TIMMS çalışmaları dört yılda bir tekrarlanmaktadır. 1999 yılında yapılan TIMMS 8. sınıf matematik başarısı sonuçlarına göre ülkemizin 38 ülke arasında 31. sırada, 2007 yılında 50 ülke arasında 30. sırada, 2011 yılında ise 45 ülke arasında 24. sırada yer aldığı görülmektedir (Büyüköztürk vd. 2014, EARGED 2003, EARGED 2008,). Ülkemiz özellikle 2011 yılında, 2007 sonuçlarına göre başarı puanını 20 puan arttırarak ilerleme kaydetmiştir fakat yine de, 2011 yılında da ülkelerin ortalamasının altında kaldığı görülmektedir (Büyüköztürk vd. 2014). Türkiye'den katılan öğrencilerin büyük kısmının bilgi düzeyindeki soruları doğru cevaplıyor olmalarına rağmen, uygulama ve akıl yürütme düzeyindeki sorularda zorluk yaşadıkları ifade edilmektedir (Güner vd. 2013). Yayan (2009) bu öğrencilerin çok küçük bir kısmının genelleme yapma, birden fazla adım içeren karmaşık problemleri çözme veya sonuç çıkarma gibi üst düzey becerilere sahip olduğunu öne sürmüştür. TIMMS gibi uluslararası düzeyde yapılan araştırmaların sonuçlarına paralel olarak, çoğu ülkede araştırmacılar öğrencilerin okul dışındaki hayatlarında ve ilerideki mesleki yaşantılarında karşılaşabilecekleri günlük yaşam problemlerini çözme konusunda ne derece hazır olduklarını sorgulamaya başlamışlardır (English 2006, Mousoulides 2007). Bu nedenle, matematiksel model ve modellemeye yönelik yapılan araştırmalar matematik eğitimcileri tarafından artan bir biçimde ilgi odağı haline gelmiştir (Blum and Ferri 2009).

Matematik öğretim programında matematiksel modellemeye geçmişe kıyasla daha fazla yer verilmesine rağmen, matematik derslerinde tam anlamıyla modelleme kullanımının yaygın olmadığı ifade edilmektedir (Blum 2002). Bunun yanında, öğretim programında matematiksel modellemenin önemi belirtilmesine rağmen matematik derslerinde kullanılacak yalnızca birkaç modelleme örneği yer almaktadır ve öğretmenlerin çoğu matematiksel modelleme konusunda yeterli tecrübeye sahip değildir (Blum and Ferri 2009, Frejd 2012). Öğrencilere matematiksel modelleme becerileri kazandırılabilmesi için, öncelikle öğretmenlerin bu becerilere kendilerinin sahip olması gerekmektedir. Bu bağlamda, geleceğin öğretmenleri olan öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerinin ne düzeyde olduğu önem arz etmektedir. Buradan yola çıkarak, bu araştırmada aşağıda ifade edilen problem cümlesine cevap aranması amaçlanmıştır.

Matematiksel modelleme ile yapılan öğretimin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerinin gelişimine etkisi nelerdir?

Bu problem cümlesine cevap aranırken aşağıdaki 2 alt problem göz önünde bulundurulmuştur:

1. Matematiksel modelleme ile öğrenim gören öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerileri nasıl değişmiştir?
2. Öğretmen adayları ile yapılan matematiksel modelleme ile öğretim sürecinin matematiksel modelleri süreçleri bakımından sınıf içi yansımaları nelerdir?

1.2 ARAŞTIRMANIN AMACI

Matematik öğretiminin hedefleri göz önünde bulundurulduğunda, modelleme becerilerinin programın temel unsurlarından biri olduğu dikkat çekmektedir. Öğretim programı, modelleme becerisi ile öğrencilerin matematiksel düşünme yöntemlerini kullanarak gerçek yaşam problemlerini çözüme kavuşturacak matematiksel modeller oluşturabilmelerini ve gerçek yaşam problemlerini matematiksel olarak ifade edilebilmelerini amaçlamaktadır (MEB 2011). Bunun yanı sıra, uluslararası alanda yürütülen PISA çalışmaları da öğrencilerin gerçek hayatta matematik kullanabilmelerini matematik eğitiminin amaçlarından biri olarak belirlemiştir (OECD 2001).

Matematiksel modelleme özellikle fen bilimleri, mühendislik, tıp ve daha birçok alanda karşılaşılan problemleri çözme konusunda kullanılmaya uygun bir yöntemdir. Matematiksel modelleme öğrencilerin matematiği farklı yöntemlerle öğrenmesini, matematiği gerçek hayatta kullanabilme becerilerinin gelişmesini ve aynı zamanda öğrendikleri üzerine derinlemesine düşünmelerini sağlar (Zbiek and Conner 2006). Bununla birlikte, Lesh and Doerr (2003) öğretmen adayları veya öğretmenlerle yürütülen matematiksel modelleme etkinliklerinin onların mesleki gelişimlerine katkıda bulunduğunu ifade etmiştir. Bu bağlamda, araştırmanın amacı matematiksel modellemeye yönelik hazırlanan bir öğretim sürecinin, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerileri üzerindeki etkisini incelemek ve yapılan öğretim sürecini değerlendirmektir.

Matematiksel modelleme ile yapılan öğretim sonucunda öğretmen adaylarının modelleme becerilerindeki değişiminin yanı sıra, yapılan öğretimin sınıf içi yansımalarını değerlendirmek de araştırmanın bir diğer amacını oluşturmaktadır.

1.3 ARAŞTIRMANIN GEREKÇESİ VE ÖNEMİ

Ülkelerin eğitim sistemlerinde ortaya çıkan sorunları ortaya çıkarabilmek ve çözüm önerileri sunabilmek amacıyla, PISA gibi uluslararası çalışmalar yapılmaktadır. PISA sınav sonuçları ile yapılan değerlendirmeler birçok ülkedeki 15 yaş grubundaki öğrencilerin fen bilimleri, matematik ve okuma alanlarındaki bilgi düzeylerini ölçerek karşılaştırma yapmaktadır (Sandalcı 2013). PISA sınavı, bireylerin yalnızca formel bilgi düzeylerini değil, aynı zamanda bu bilgiyi günlük hayatta kullanabilme ve problem çözme becerilerini de ölçmeyi amaçlamaktadır (Özenç ve Selin 2010).

2016 PISA sonuçlarına göre, ülkemiz matematik alanında 64 ülke arasından 45. sırada yer alarak OECD ülkelerinin gerisinde kalmıştır. Ölçmek istediği özellikler göz önünde bulundurulduğunda kazanılan bilgiyi günlük hayatta kullanabilme yeteneğine önem veren PISA sınavında hedeflenen seviyeye ulaşmak için, öğrencilerin günlük yaşam problemleri çözmelerine olanak sağlayacak öğrenme ortamları tasarlanmasının gerekli olduğu ve matematiksel modellemenin de bu amaç için uygun olduğu söylenebilir.

Matematiksel model ve modelleme, son yıllarda matematik eğitimi alanında yapılan çalışmaların ilgi odağı haline gelmiştir (Blum ve Ferri 2009). Fakat literatür incelendiğinde, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme sürecinde ciddi problemler yaşadığı görülmektedir (Blomhoj and Kjeldsen 2006, Çiltaş ve Işık 2013, Doyle 2006, English and Watters 2004, Eraslan 2011, Kertil 2008, Özer-Keskin 2008, Sriraman 2005). Öğretmen adaylarının modelleme becerilerini incelemek amacıyla yapılan araştırmaların sonuçlarına göre, öğretmen adaylarının gerçek yaşam problemlerinin matematiksel olarak modellenmesi konusunda yetersiz oldukları görülmektedir (Lingefjärd 2006; Türker vd. 2010, Ural 2014). Gerçek yaşam problemlerinin yorumlanmasında yaşanan bu problemlerin nedeni olarak öğretim sürecinde yalnızca rutin ve matematiksel olarak hazır problemlere yer verilmesi ve günlük yaşam durumlarının matematiksel olarak ifade edilmesini gerektiren bir öğrenme ortamının sunulmaması gösterilmektedir (Ural 2014). Kaiser (2007) ve Lingefjärd'ın (2006) da belirttiği gibi öğrencilere gerçek yaşam durumlarını içeren problemler verilmelidir. Öğrenilen matematiksel bilgilerin gerçek yaşam durumlarına uygulanmasını sağlamak için ise, öğretim sürecinde modelleme etkinliklerin yapılması gerekmektedir (Ural 2014). Öğrencilerin gerçek yaşam problemleriyle karşılaşması, onlarla başa çıkabilmesi ve çözüm yolları üretebilmesi matematiksel modelleme etkinlikleri ile mümkündür (Karalı 2013).

Matematiksel modellemenin derslerde kullanılması ve öğrencilere matematiksel modelleme becerileri kazandırılmasında ise öğretmenler önemli bir rol oynamaktadır (Tekin-Dede ve Yılmaz 2013). Dolayısıyla, öğretmen adaylarının modelleme becerilerinin ne düzeyde olduğunun belirlenmesi ve bu süreçte neler yaşadıklarının incelenmesi, gelecekte kendi öğrencilerine etkili bir öğrenme ortamı oluşturmaları açısından önem arz etmektedir. Bunun için, geleceğin öğretmenleri olacak öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerileri kazandırılmasına yönelik bu çalışmandan elde edilecek sonuçların hem bu bağlamda hem de ilgili literatüre katkı sağlaması bakımından faydalı olacağı düşünülmektedir.

1.4 VARSAYIMLAR

1. Öğretmen adayları ön ve son matematiksel modelleme beceri testlerinde ve öz-değerlendirme formunda yer alan sorulara samimi bir şekilde cevap vermişlerdir.

1.5 SINIRLILIKLAR

Bu araştırma;

(1) Batı Karadeniz Bölgesi'nde bulunan bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesi, 2015-2016 eğitim öğretim yılında, İlköğretim Bölümü Matematik Eğitimi Anabilim Dalı 2. sınıfta öğrenim gören 24 öğretmen adayı,

(2) Araştırmacı tarafından ulaşılabilen yerli ve yabancı kaynaklardan elde edilen modelleme etkinlikleri,

(3) Araştırmada kullanılan ölçme araçları,

(4) 10 haftalık uygulama süresi

ile sınırlıdır.

1.6 TANIMLAR

Model: Bireylerin karmaşık sistem ve yapıları kavrayabilmek için zihinlerinde oluşturdukları kavramsal yapılar ve bu yapıların dış temsillerinin bir bütünüdür (Lesh and Doerr 2003).

Modelleme: Bilinmeyen bir kavramı veya problem durumunu mevcut kaynaklardan yola çıkarak anlaşılır hale getirmek için bir sistem oluşturma sürecidir (Lesh and Caylor 2007).

Matematiksel Model: Gerçek yaşam problem durumunun yorumlanmasına, çözümlenmesine olanak sağlayan zihindeki yapıların matematiksel bir forma dönüştürülmüş dış temsilleridir (Lesh and Doerr 2003).

Matematiksel Modelleme: Bir gerçek yaşam durumunun matematiksel olarak tanımlanması, formülleştirilmesi ve yorumlanması sürecidir (Lesh and Zawojewski 2007).

Günlük Yaşam Problemi: Matematiksel modeller ya da daha genel anlamda gerçek yaşamla ilgili olabilecek matematiğin her parçasına ait problemlerdir (Blum and Niss 1989).

Matematiksel Modelleme Etkinliği: Öğrencilerin günlük hayatla ilgili anlamlı durumlardan çıkarım yaptığı, kendi matematiksel yapılarını ortaya koyup genişlettiği ve gözden geçirip düzenlediği bazı özel prensipler aracılığıyla oluşturulan problem çözme etkinlikleridir. (Lesh and Doerr 2003).

BÖLÜM 2

LİTERATÜR TARAMASI

Bu bölüm Araştırmanın Kavramsal Çerçevesi ve İlgili Araştırmalar olmak üzere iki ana başlık altında verilmiştir. Birinci kısımda, öncelikle model ve modelleme, matematiksel modelleme ve matematiksel modelleme kavramları açıklanarak ardından matematiksel modelleme etkinliklerinin nasıl olması gerektiği ve matematiksel modellemede grup çalışmasının rolünden bahsedilmiştir. İkinci bölümde ise, matematiksel modellemeye yönelik literatür ayrıntılı bir şekilde taranarak bu alanda yapılan çalışmalar özetlenerek sunulmuştur.

2.1. ARAŞTIRMANIN KAVRAMSAL ÇERÇEVESİ

2.1.1. Model ve Modelleme

Literatürde *model* kavramına ilişkin birçok tanım bulunmaktadır. Lesh and Doerr'e (2003) göre model, bireylerin karmaşık sistem ve yapıları kavrayabilmek için zihinlerinde oluşturdukları kavramsal yapılar ve bu yapıların dış temsillerinin bir bütünü olarak tanımlanmaktadır. *Modelleme* ise problemleri yorumlama sürecinde problem durumlarını zihinde organize ederek bir örüntü oluşturma, zihinde farklı şemalar ve modeller kullanma ve oluşturma sürecidir (Kertil 2008). Sriraman (2005) model ve modelleme arasındaki farkı "süreç" ve "ürün" arasındaki anlam farklılığına benzetmektedir. Yani, modelleme sürecinin sonunda bir model oluşturulmaktadır; dolayısıyla ortaya çıkan model bir ürün olarak görülürken, bu modeli oluşturma süreci ise modellemedir. Lesh and Fennewald'a (2010) göre ise, model belli bir amaçla ilgilenen farklı bir sistemi tanımlamak amacıyla kullanılan bir "ürün"dür. Benzer şekilde Lesh and Caylor (2007) da, modellemeyi bilinmeyen bir kavramı veya problem durumunu mevcut kaynaklardan yola çıkarak anlaşılır hale getirmek için bir sistem oluşturma süreci olarak tanımlarken, bu süreç sonucunda elde edilen ürünü ise model olarak ifade etmektedir. Modelleme yaklaşımlarında gözlemlenen ortak fikir, modellemenin bir süreç olduğu düşüncesidir (Zbiek and Conner, 2006).

Öğrenme ortamlarında kullanılan modeller çoğunlukla bilimsel modeller olarak adlandırılmaktadır. Birçok araştırmacı, model kavramına ilişkin tek bir tanım oluşturmak yerine, bütün bilimsel modellerin ortak özelliklerini belirlemenin daha açıklayıcı olduğunu ifade etmişlerdir (Güneş vd. 2004). Van Driel and Verloop'a (1999) göre bilimsel bir model, doğrudan gözlemlenemeyen veya ölçülemeyen bir hedef hakkında bilgi edinmek amacıyla kullanılır, temsil ettiği hedefle ilişkilidir ancak doğrudan etkileşim kurmaz; hedeften belli noktalarda farklılık gösterir. Bir model oluşturulurken, hedefle modelin benzerlikleri ve farklılıkları arasında bir uzlaşma sağlanmalıdır. Bu süreç, araştırma soruları aracılığıyla yönlendirilir. Gravemeijer and Stephan'a (2002) göre, modeller geleneksel öğrenme aktiviteleri yoluyla değil, öğrencilerin öğrenme ortamında yaptıkları formel olmayan etkinlikler sonucu ortaya çıkar.

2.1.2. Matematiksel Model ve Matematiksel Modelleme

Lesh and Doerr (2003) matematiksel modeli, bir durumu matematiksel olarak açıklamak, tanımlamak, yorumlamak ve temsil etmek amacıyla geliştirilen kavramsal sistemler olarak tanımlarken, matematiksel modelleme ise bir gerçek yaşam durumunun matematiksel olarak tanımlanması, formülleştirilmesi ve yorumlanması süreci olarak tanımlanmaktadır. (Lesh and Zawojewski 2007). Gravemeijer (2002) ise matematiksel modellemeyi, gerçek hayat durumlarının işleyişini ve yapısını anlamlandırabilmek amacıyla, gerçek hayat durumlarının matematiğe aktarılarak matematiğin sembolik diliyle ifade edilme süreci olarak tanımlamaktadır. Lingefjard'a (2006) göre matematiksel modelleme, bir olayın gözlemlenmesi, ilişkilerin ortaya çıkarılması, matematiksel analizlerin yapılması, sonuçların elde edilmesi ve modelin tekrar yorumlanması süreçlerini içermektedir. Matematiksel modellemeye yönelik yapılan tanımlar incelendiğinde, dikkat çeken iki unsur olduğu görülmektedir. Birincisi, gerçek hayatla matematiksel dünya arasındaki ilişkiye yapılan vurgu, ikincisi ise matematiksel modellemenin bir süreç olduğundan bahsedilmesi olarak göze çarpmaktadır (Aydın-Güç 2015). Matematiksel modelleme, öğrencilerin gerçek dünyayı daha iyi anlamaları için bir araç olan matematik ile soyut olan matematik arasında bir köprü inşa etmelerini sağlar (Henn 2007). Dolayısıyla matematiksel modelleme, gerçek hayat problemlerinin üstesinden gelme süreci olarak ifade edilebilir.

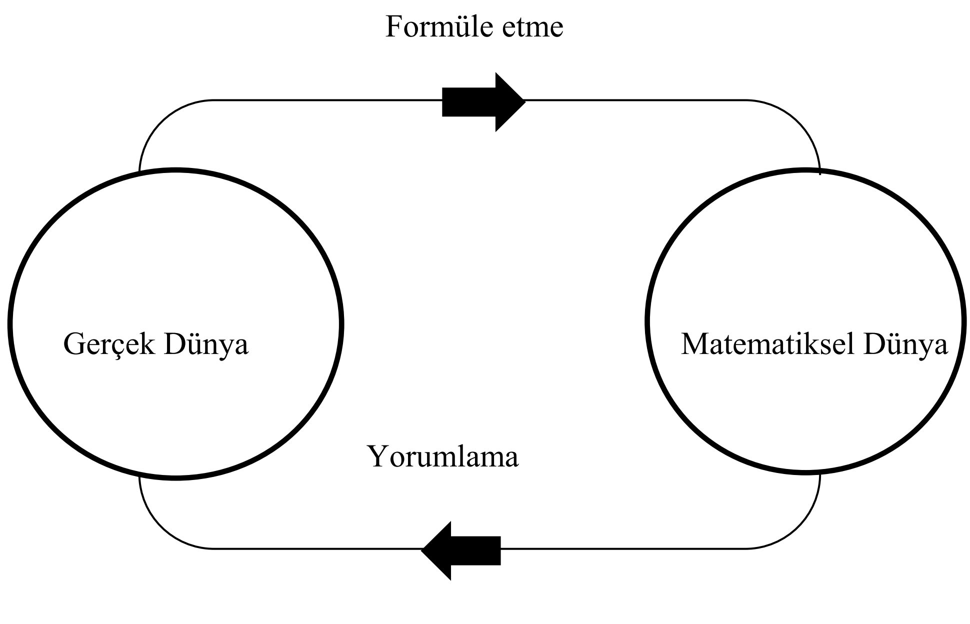
Blum (1993), matematiksel modellemenin sağladığı yararları matematik eğitiminin genel amaçları doğrultusunda, aşağıdaki gibi açıklamıştır:

- Faydacı Argüman (Pragmatic Arguments): Matematik öğretimi, öğrencilerin gerçek hayat durumlarını ve problemlerini anlamalarını ve onlarla başa çıkabilmelerini amaçlamaktadır. Bunu gerçekleştirebilmek için ise, matematiksel modelleme kaçınılmazdır.
- Şekillendirici Argüman (Formative Arguments): Matematik sayesinde, öğrenciler genel yetenek (problemlerle başa çıkabilme gibi) ve davranışlar (yeni durumlara karşı açık olabilmek gibi) kazanabilmektedirler. Modelleme, bunları geliştirmek için önemli bir yoldur.
- Kültürel Argüman (Cultural Arguments): Matematiksel konular öğrencilere matematiğin kapsamlı ve dengeli bir resmini oluşturabilmek amacıyla bir bilim ve aynı zamanda insanlık tarihinin bir parçası olarak öğretilmelidir. Modelleme, tarihin ve güncel hayatın olduğu kadar insan entelektüalizminin de bir belirleyicisidir ve böylelikle bu açıların gelişmesine katkı sağlayabilir.
- Psikolojik Argüman (Psychological arguments): Uygun modelleme örnekleri ile matematiksel kavramlar pekiştirilebilir ve öğrencilerin motive olması sağlanabilir. Bu da konuların derinlemesine anlaşılmasını ve uzun süre akılda kalmasına katkı sağlamakla birlikte öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarını geliştirebilmektedir.

Matematiksel modelleme süreçlerini açıklayan çalışmalar incelendiğinde, bu alanda gerçekleştirilen ilk çalışmalardan birinin Kapur'a (1982) ait olduğu görülmektedir. Kapur (1982), matematiksel modelleme sürecini; uygun değişkenleri belirleyerek bu değişkenler arasında ilişki kurma, bu değişkenleri ve ilişkileri göz önünde bulundurarak bir model oluşturma, model ve modelin uygularını test etme aşamalarının bir bütünü olarak ifade etmiştir.

Berry ve Houston (1995) matematiksel modelleme sürecini 8 aşamada açıklamaktadır. Bunlar; (1) problemi anlama, (2) değişkenleri seçme, (3) matematiksel modeli kurma, (4) matematiksel problemi çözme, (5) çözümü yorumlama, (6) modeli doğrulama, (7) modeli başka problemler için geliştirme, (8) rapor hazırlama aşamalarıdır. Problemi anlama aşamasında öncelikle problem tanımlanarak, problem için gereken veriler toplanız, analiz edilir. Değişkenleri seçme aşamasında, problemin belirli özellikleri dikkate alınarak önemli faktörlerin ve durumların bir listesi hazırlanır, modelde kullanılacak değişkenler belirlenir. Modeli kurma aşamasında, gerçek hayat durumuna uygun varsayımlar ve değişkenler kullanılarak denklem, eşitsizlik, grafik gibi matematiksel yapılar oluşturularak, gerçek yaşam durumunu en iyi şekilde temsil eden model formüle edilir. Bu basamakta, gerçek dünyadan matematiksel dünyaya geçiş söz konusudur. Matematiksel problemi çözme aşamasında, oluşturulan matematiksel model yardımıyla probleme matematiksel bir çözüm getirilmektedir ve bu süreç matematiksel dünya temelli olarak gerçekleşmektedir. Matematiksel modelleme sürecinin 3. ve 4. basamaklarında matematiksel bilgiler büyük önem arz etmektedir. Çözümü yorumlama aşamasında, problemin çözümünden elde edilen sonuçlar kelimelerle ifade edilerek, gerçek yaşam durumuna anlam kazandırılmaktadır. Bu basamakta, modelin doğrulanması için gerek duyulan veriler ortaya koyulmaktadır. Modeli doğrulama aşamasında ortaya çıkan sonuçlar ve elde edilen veriler yardımıyla modelin ideal olup olmadığı test edilmektedir. Modeli başka problemler için geliştirme aşamasında, önceden göz önünde bulundurulan varsayımlar yeniden incelenerek, yeni varsayımların sonuçlara nasıl bir etkide bulunacağını görmek amacıyla yeni matematiksel modeller kurulur. Son olarak, rapor hazırlama aşamasında sözlü bir sunu veya yazılı bir rapor oluşturulmaktadır.

Berry ve Houston (1995) tarafından ifade edilen aşamalar özetlenecek olursa, öncelikle gerçek hayat problemi anlamlandırılır, ardından problemi çözmede kullanılacak değişkenler belirlenerek uygun bir model oluşturulur. Daha sonra, matematik bilgileri kullanılarak problem çözülür ve çözüm kelimelerle açıklanır. Elde edilen sonuç test edilir, model eleştirilir ve ardından model formüle edilerek başka problemler için geliştirilir. Son olarak, problemin nasıl çözüldüğüne ilişkin yazılı veya sözlü bir rapor hazırlanır. Modelleme süreci bu şekilde tamamlanmaktadır. Berry ve Houston (1995), matematiksel modelleme sürecini aşağıdaki şema ile özetlemiştir.

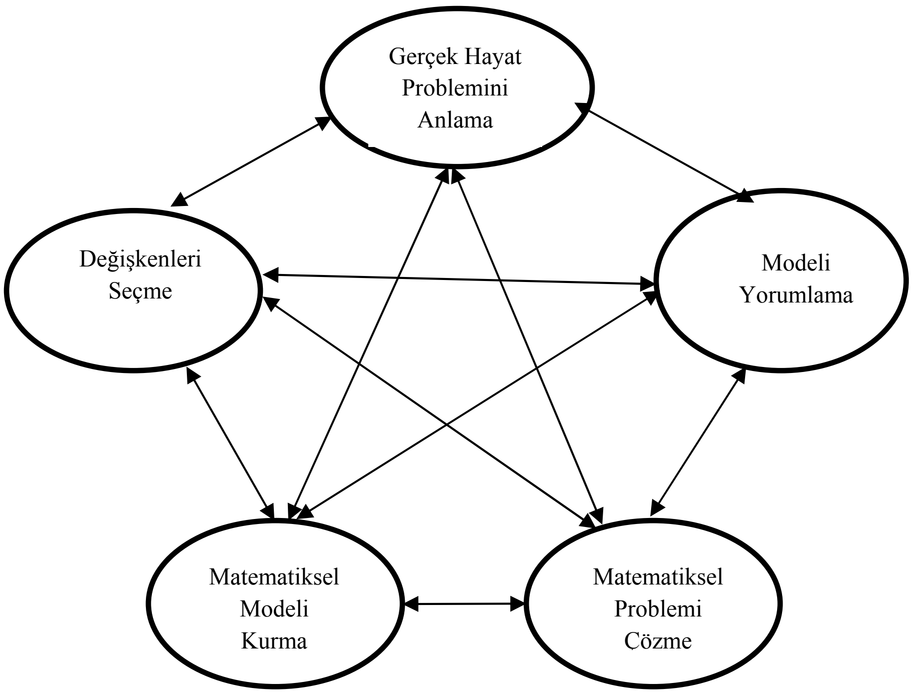


Şekil 2.1 Matematiksel modellemenin basit bir şeması (Berry and Houston 1995).

Şekil 2.1'de görüldüğü gibi, öncelikle gerçek hayat problemi formüle edilerek çözüme ulaştırılır. Daha sonra, problem matematiksel dünyada çözülerek elde edilen çözüm yorumlanarak tekrar gerçek dünyaya taşınır. Başka bir deyişle, birey öncelikle gerçek dünyada yer alan bir problem durumu ile karşılaşır, problemi anlamlandırır ve uygun değişkenler aracılığı ile problemi matematiksel dünyaya taşır. Daha sonra, matematiksel modeli oluşturarak problemi matematiksel dünyada çözer, son olarak elde ettiği çözümü yeniden gerçek dünyaya taşır.

Doerr (1997) ise matematiksel modelleme sürecinin kesinlikle doğrusal olmadığına dikkat çekerek, sürecin birçok düğümden oluştuğunu vurgulamaktadır. Bu düğümler; gerçek hayat problem durumu, problem ile karşılaşma ve onu tanımlama, veriyi ve bilgiyi elde etme, modele ve işleme karar verme, değerlendirme, yorum yapma ve yeniden yapma olarak 5 başlık altında ifade edilmiştir fakat herhangi bir sıra takip etmemektedir. Doerr (1997) süreçte ortaya çıkan düşüncelerin karmaşık yapıda ve iç içe olduğunu ifade etmektedir.

Berry ve Houston (1995) ve Doerr' un (1997) matematiksel modellemelerinden yararlanarak, Özer-Keskin (2008) eklektik bir matematiksel modelleme süreci ortaya koymuştur. Bu modelleme süreci Şekil 2.2'de gösterilmektedir:



Şekil 2.2 Matematiksel Modelleme Diyagramı (Özer-Keskin 2008).

Özer-Keskin'in (2008) matematiksel modelleme diyagramına göre, matematiksel modelleme süreci; problemi anlama, değişkenleri seçme, modeli kurma, matematiksel problemi çözme ve çözümü günlük hayata yorumlama olmak üzere 5 aşamadan oluşmaktadır. Özer-Keskin (2008), Doerr'in (1997) oluşturduğu yapıyı temel aldığından dolayı aşamalar doğrusal bir sırayı takip etmemektedir. Özer-Keskin (2008), Doerr'in (1997) matematiksel modelleme sürecinde olduğu gibi bu aşamaların her birinin birbiri ile etkileşim içinde olduğunu ve doğrusal bir sırada izlenmesinin gerekli olmadığını ifade etmiştir. Örneğin; model oluşturma aşamasında zorluk yaşayan bireyin, problemi anlama aşamasına geri dönerek problemi yeniden yorumlamak isteyebileceğini ifade etmiştir (Özer-Keskin 2008). Benzer şekilde, çözümü gerçek hayata yorumlama aşamasında problem yaşayan bir birey, modeli kurma aşamasına geri dönüş yapabilmektedir.

2.1.3. Matematiksel Modelleme Etkinlikleri Nasıl Olmalıdır?

Modelleme etkinlikleri, öğrencilerin günlük hayatla ilgili anlamlı durumlardan çıkarımlar yaptıkları, kendi matematiksel yapılarını ortaya koyup genişlettikleri ve gözden geçirip düzenledikleri bazı özel prensipler aracılığıyla oluşturulan problem çözme etkinlikleri olarak tanımlanmaktadır (Lesh and Doerr 2003). Borromeo-Ferri (2014), matematiksel modelleme etkinliklerinin açık, karmaşık, otantik, gerçekçi, öğrencinin zihninde karmaşıklık oluşturan ve çözüm gerektiren bir problem durumundan oluşan ve tüm matematiksel modelleme basamakları boyunca çözülme özelliklerini taşıması gerektiğini vurgulamıştır. Bunun yanında, matematiksel modelleme problemleri, bir gerçek hayat durumunun senaryolaştırılması yolu ile elde edilmektedir (Lesh and Doerr 2003). Berry ve Houston'a (1995) göre, "$x^2 + 2x + 5 = 0$ denkleminin çözüm kümesini bulun." şeklinde bir alıştırma veya matematiksel problem gerçek hayatla çok az ilişkilidir. Matematiksel modelleme sürecinde, bu şekilde yalnızca formül kullanılarak çözülebilen ve tek bir çözüm yolu olan problemler yerine, bireylerin modelleme aşamalarını kullanmasını gerektiren, rutin olmayan günlük hayat durumlarını içeren problemlere yer verilmelidir.

Matematiksel modelleme etkinliklerini, rutin problemlerden ayıran birtakım özellikler mevcuttur. Lesh et al. (2000) araştırmacılar, öğretmenler ve veliler ile birlikte gerçekleştirdikleri 15 haftalık bir süreç sonunda model oluşturma etkinliklerinin sağlaması gereken altı özellik olduğunu öne sürmüştür. Bunlar; gerçeklik prensibi, model oluşturma prensibi, öz değerlendirme prensibi, yapı belgelendirme prensibi, model genelleme prensibi ve etkili prototip prensibi olarak ifade edilmektedir. Benzer şekilde, Carlson et al. (2003) de, matematiksel modelleme etkinlikleri hazırlanırken dikkat edilmesi gereken altı prensip olduğundan söz etmiştir. Bunlar;

- Gerçeklik prensibi: Öğrenciler kendi tecrübelerini ve bilgilerini genişleterek durumdan anlam oluşturabilecekler mi?

Bu prensibe göre etkinlikler gerçek hayat bağlamı ile desteklenerek hazırlanmalıdır ve problemdeki veriler gerçeğe yakın olmalıdır. Böylece, öğrenciler problemin gerçek bir ihtiyaç olarak ortaya çıktığını ve model oluşturarak gerçek bir kişiye yardımcı olacaklarını düşünürler (Tekin-Dede ve Bukova-Güzel 2013).

- Model yapılandırma prensibi: Görev, öğrencileri matematiksel olarak anlamlı bir yapıyı geliştirme (veya gözden geçirip düzenleme, modifiye etme ya da genişletme) ihtiyacıyla karşılaştıkları bir durumun içine girmelerini sağlıyor mu?

Bu prensibe göre, etkinliklerin matematiksel bir model oluşturmaya uygun olması vurgulanmaktadır.

- Kendi kendini değerlendirme prensibi: Etkinlik öz değerlendirme yapmayı gerektiriyor mu?

Bu prensibe göre etkinliklerin amacının anlaşılır ve öğrencilerin düzeylerine uygun olması ve öğrencilerin öğretmenden fikir almadan kendi kendilerine etkinliklerin kullanışlı ve uygun olup olmadığını değerlendirebilmeleri gerekmektedir (Chamberlin and Moon 2005, Lesh et al. 2000)

- Yapıyı belgelendirme prensibi: Durum, öğrencilerin durum konusundaki düşüncelerini açığa vurmalarını gerektiriyor mu?

Bu prensibe göre, öğrencilerin kendi fikirlerini ve çözüm yollarını açığa çıkararak bunları bir danışan veya müşterinin anlayacağı biçimde belgelendirmesi beklenmektedir (Chamberlin and Moon 2005, Lesh et al. 2000, Tekin-Dede ve Bukova-Güzel 2013). Bu sayede, öğrencilerin çözümlerini gözden geçirmeleri sağlanmaktadır. Dolayısıyla, yapıtı belgelendirme prensibinin kendi kendini değerlendirme prensibi ile ilişkili olduğu ifade edilmektedir (Chamberlin and Moon 2005, Lesh et al. 2000)

- Yapıyı genelleme prensibi: Model bu tip dinamik durumların analizi için genel bir model sağlıyor mu? Yani ortaya çıkarılan model başka benzer durumlara uygulanabiliyor mu?

Lesh et al. (2000) tarafından model genelleme prensibi olarak isimlendirilen bu prensibe göre, öğrencilerin fikirlerinin paylaşılabilme, dönüştürülebilme ve yeniden kullanılabilme özelliklerine sahip olması gerekir. Yani, öğrencilerin kişisel değil daha genel düşünceler yoluyla elde ettikleri modelin benzer durumlar ortaya çıkması durumunda da kullanılabilir olması vurgulanmaktadır (Chamberlin and Moon 2005, Lesh et al. 2000).

- Basitlik prensibi: Problem durumu basit mi?

Bu prensibe göre, problem durumu mümkün olduğu kadar basit olmalıdır fakat matematiksel olarak da anlamlı olmalıdır. Lesh et al. (2000) tarafından etkili prototip prensibi olarak adlandırılan bu prensibe göre, üzerinden uzun zaman geçse bile benzer durumlarla karşılaşıldığında öğrencilerin çözümlerini hatırlaması gerekmektedir.

2.1.4. Matematiksel Modelleme Sürecinde Grup Çalışmasının Rolü

Geleneksel problem çözme etkinliklerinde elde edilmesi gereken yalnızca bir sayısal sonuç olduğundan, paylaşılma ihtiyacı duyulmamaktadır ve bu yüzden bu tür etkinliklerin sosyal yönü güçlü değildir (Zawojewski et al. 2003). Buna karşın, matematiksel modelleme etkinlikleri yalnızca tek bir doğru cevaba odaklanmayan, farklı çözüm stratejileri bulunduran problemlerden oluştuğundan (Kertil 2008) yalnızca tek bir doğru cevabı ve çözüm yolu bulunan geleneksel problemlerden farklıdır.

Matematiksel modelleme etkinlikleri model oluşturma, tahminde bulunma ve genelleme gibi özellikler göz önünde bulundurularak tasarlandığından ortaya çıkan ürünün paylaşılabilir olması gerekmektedir ve grup çalışması yapılırken öğrenciler birbirleri ile çalışma, yardımlaşma ve sonuçlarını paylaşma olanağına sahip olurlar (Zawojevski et al. 2003). Bunun yanında, grup çalışmaları öğrencilerin fikirlerini rahat bir şekilde açıklamalarına, farklı bakış açılarını görmelerine olanak sağlamaktadır ve öğrenciler için keyifli bir sosyal ortam niteliği taşımaktadır (Antonius et al. 2007, Erdamar ve Demirel 2010). Delice ve Taşova (2011) da bireysel çalışma ve grup çalışmasının modelleme etkinliklerini çözme sürecine etkisini inceledikleri araştırma sonucunda, grup çalışmasının öğrencilerin modelleme etkinliklerini çözme başarılarını arttırdığını ifade ederek, grup çalışmasının matematiksel modelleme sürecini olumlu etkilediği düşüncesini desteklemektedir. Bu nedenle matematiksel modelleme yapılabilmesi için en uygun ortamın grup çalışması ile sağlandığı görüşü birçok araştırmacı tarafından kabul görmektedir (Antonius et al. 2007, English 2006, Galbraith and Clatworthy 1990).

2.2. İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu kısımda, yurt içi ve yurt dışında matematiksel modellemeye yönelik yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

Boaler (2001), matematiksel modelleme yönteminin öğrencilerin matematik başarılarına ve matematik düşüncelerine etkisini amaçlayan bir çalışma yapmıştır. İki farklı okulda öğrenim gören yaklaşık 300 ilkokul öğrencisi ile yürütülen bu çalışma üç yıl süren boylamsal bir çalışmadır. Bir okulda matematik dersi geleneksel yöntem ile işlenirken, diğer okulda matematiksel modelleme yöntemi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda modelleme yöntemi ile matematik öğrenen öğrencilerin matematiğe yönelik düşüncelerinin daha olumlu olduğu ve kavramsal sorular içeren matematik sınavından aldığı notların geleneksel yaklaşım ile matematik öğretilen gruptan daha yüksek olduğu görülmüştür. Bunun yanında, yapılan mülakatlar sonucunda, matematiksel modelleme ile öğretim gören okuldaki öğrenciler, okul matematiğinin günlük hayatla ilişkili olduğunu düşündüğünü ifade ederken, geleneksel yöntem uygulanan okuldaki öğrenciler matematiğin günlük yaşamdan kopuk olduğunu düşündükleri sonucuna ulaşılmıştır.

Maaß (2005), yapmış olduğu deneysel çalışmasında öğrencilerin modelleme becerilerinin geliştirilmesini ve matematiksel modelleme ile yapılan öğretimin öğrencilerin matematiksel inançlarına etkisini araştırmayı amaçlamıştır. Araştırmanın örneklemi 8. Sınıf öğrencilerden oluşmaktadır. İki sınıfa ayırdığı öğrencilerle, paralel olarak içeriği farklı uygulamalı alanlardan oluşan altı modelleme ünitesi işlenmiştir. Bu sayede, öğrencilerin matematiksel modelleme konusundaki bilgileri artmıştır. Öğrencilerin matematiksel inançları çalışmanın başında ve uygulama süresi boyunca anketler, mülakat ve günlükler ile belirlenmiştir. Matematiksel modelleme becerileri ise testler, kavram haritaları ve mülakatlar yardımıyla ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Çalışmanın sonucunda matematiksel modellemenin derslerde kullanılmasının öğrencilerin modelleme yeterliklerini ve matematiksel inançlarını etkilediği ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin birçoğunun uygulamaya dayalı inançlarında olumlu yönde değişim olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca, matematiksel modellemenin ortaöğretimin ilk sınıflarında da kullanıma uygun olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

English (2006) Avustralya'da bir özel okulda, 3 yıl süren boylamsal bir çalışma yapmıştır. Araştırmanın amacı, matematiksel modelleme problemleri ile öğrenim gören öğrencilerin kavramsal gelişimlerini ve matematikselleştirme süreçlerini incelemektir. Araştırmanın örneklemini oluşturan 5. sınıf öğrencilerine 7. sınıfın sonuna kadar, çoklu işbirliği yöntemi ile matematiksel modelleme öğretimi uygulanmıştır. Aynı zamanda, öğrencilerin sınıf öğretmenleri de araştırmaya katılmıştır. İlk olarak öğrenciler, işbirliği yaparak matematiksel model oluşturmaya, düzeltmeye ve uygulamaya çalışmışlardır. İkinci aşamada, araştırmacılar sınıf öğretmenleri ile birlikte çalışarak öğrencilerin etkinliklerini planlama, tasarlama, düzeltme ve uygulama süreçlerini yürütmüşlerdir. Üçüncü aşamada ise araştırmacılar tüm katılımcıların bilgilerindeki gelişimleri gözlemlemiş, yorumlamış ve raporlaştırmışlardır. Yeni bir problem uygulanmadan önce ve uygulandıktan sonra, mutlaka araştırmacı-öğretmen toplantıları yapılmıştır ve yalnızca öğrencilerin gelişimine odaklanılmıştır. Araştırmanın verileri video kayıtları yoluyla grupların yaptıkları çözümler, sınıf içi tartışmalar ve gözlemci notları ile elde edilmiştir. Tüm sınıf tartışmalarından ve üç öğrenci grubundan elde edilen veriler transkript edilmiştir. Veri analizi birden fazla aşamada gerçekleşmiştir. İlk olarak, öğrencilerin problemleri yorumlama yollarını, matematiksel yaklaşımları, grup rollerini incelemek için transkript edilen veriler birkaç kez incelenmiştir. İkinci aşamada tüm sınıf tartışmaları, alan notları ve öğrencilerin model geliştirme üzerine sözlü raporlarının transkriptleri, bu bileşenleri daha fazla destek oluşturmak için analiz edilmiştir. Üçüncü adımda, öğrencilerin model geliştirmede kullandıkları matematiksel süreçler, belirlemek ve karşılaştırma yapabilmek için tüm grupların çalışma yaprakları ve son yazılı ürünleri analiz edilmiştir. Son olarak, öğrencilerin diğer arkadaşlarının modelleri ve bu modelleri yeni durumlara nasıl uygulayabilecekleri hakkındaki yazılı yorumları gözden geçirilmiştir. Araştırma sonucunda, ilkokul öğrencilerinin geneli ortaokul seviyesindeki modelleme problemlerinden oluşan etkinliklere başarılı bir şekilde katılabildikleri gözlemlenmiştir. Aynı zamanda öğrencilerin grup çalışmasına uyum sağlayabildikleri ve modelleme sürecinde kendi fikirlerini sunabildikleri elde edilen sonuçlar arasındadır.

Özer-Keskin (2008), ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yapabilme becerilerinin yanı sıra matematiksel modellemeye yönelik görüşlerini incelemeyi amaçlamıştır. Açıklayıcı durum analizi deseni ile yürütülen bu çalışmanın örneklemini, bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesinde ortaöğretim matematik öğretmenliği 3. sınıfında öğrenim gören 21 öğrenci oluşturmaktadır. Seçilen bu 21 öğretmen adayı ile seçmeli bir ders kapsamında, bir dönem boyunca matematiksel modelleme üzerine ders yapılmıştır. Öğretmen adaylarının matematiksel modellemeye yönelik görüşleri hakkında bilgi almak amacıyla uygulama öncesinde ve sonrasında, sırasıyla ön ve son matematiksel modelleme görüş anketi uygulanmıştır. Bunun yanında, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerini incelemek amacıyla ön ve son matematiksel modelleme beceri testleri, uygulama öncesinde ve öncesinde veri toplama araçları olarak kullanılmıştır. Ayrıca, derinlemesine bilgi alabilmek amacıyla 5 öğretmen adayı ile uygulama öncesinde ve sonrasında görüşmeler yapılmıştır. Öğretmen adaylarının görüşlerinin incelenmesi fenomenografik yöntem ile yapılırken, matematiksel modelleme beceri testinden aldıkları puanlar ise analitik dereceli puanlama anahtarı ile belirlenmiştir. Araştırmada elde edilen bulgular doğrultusunda, öğretmen adaylarının son matematiksel modelleme beceri testinden aldıkları puanlar, ön matematiksel modelleme beceri testine göre daha yüksek olduğu söylenebilir. Ayrıca son matematiksel modelleme anketine ve görüşme sorularına verdikleri cevaplarda, uygulama öncesine göre olumlu yönde değişim gözlenmiştir. Dolayısıyla, matematiksel modellemenin öğrenme açısından faydalı olduğu sonucuna varılarak, okul öncesi eğitim ile birlikte ilköğretimin birinci ve ikinci kademesinde de matematiksel modellemeye yer verilmesinin yararlı olacağına vurgu yapılmıştır.

Korkmaz (2010) tarafından yapılan araştırmanın amacı ilköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modellemeyi tanımalarını sağlamak, matematiksel modelleme yöntemi ile yapılan öğretimden önce ve sonra modellemeye yönelik görüş ve tutumlarını karşılaştırmak ve matematiksel modelleme yeterliklerini ortaya koymaktır. Araştırmanın örneklemi, 37 ilköğretim matematik öğretmeni ve 35 sınıf öğretmeni adayı oluşturmaktadır. Çalışmanın verileri matematik tutum ölçeği, modelleme anketi, ısınma problemleri ve iki farklı etkinlik uygulanarak toplanmıştır. Bunun yanında, 22 öğrenci ile özel olarak görüşme yapılmıştır. Nicel verilerin analizi SPSS paket programı yardımı ile, nitel verilerin analizi ise puanlama anahtarı yardımıyla yapılmıştır. Modelleme etkinliklerini yaparken, öğrencilerin birtakım kavram yanılgılarına düştüğü gözlemlenmiştir. Öğrenciler her ne kadar problemlerle ilk kez karşılaştıklarını ve zor bulduklarını ifade etseler de araştırmanın sonucunda, öğretmen adaylarının matematiğe karşı tutumlarında ve modellemeye ilişkin görüşlerinde olumlu yönde değişim gözlenmiştir. Ancak, branşlar ayrı ayrı incelendiğinde iki branşın öğretmen adayları arasında matematiksel modelleme yeterliği açısından anlamlı bir farka rastlanmamıştır. Bu çalışmada kullanılan modelleme etkinlikleri sayesinde öğrenciler, problemlere ilişkin kendi fikirlerini özgürce ifade etmekte ve diğer öğrencilerle de paylaşmaktadırlar. Böylece, modelleme etkinlikleri öğrencilerin matematiksel iletişim becerilerini de geliştirmelerini sağlamakta olduğu görülmektedir.

Bukova-Güzel ve Uğurel (2010), yapmış oldukları çalışmada ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının analiz dersi akademik başarıları ile modelleme becerileri arasında bir ilişki olup olmadığını araştırmayı amaçlamışlardır. Bir özel durum çalışması olarak yürütülen bu araştırmanın örneklemini, ilk yılda almış oldukları Analiz-1 dersinin sınav notları göz önünde bulundurularak seçilen on iki ortaöğretim matematik öğretmen adayıdır. Araştırmada veriler trigonometri, fonksiyon, limit, süreklilik ve türev konularına ilişkin günlük yaşam problemlerinden oluşan günlük yaşam problemlerinden oluşmaktadır. Verilerin analizi, araştırmacılar tarafından beş basamaklı modelleme süreci göz önünde bulundurularak hazırlanan puanlama anahtarına göre yapılmıştır. Araştırma sonucunda, akademik başarının öğretmen adaylarının modelleme becerilerini olumlu yönde etkilediği, gerekli fakat tek başına yeterli olmadığı ileri sürülmüştür.

İlköğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel model oluşturma yeterliliklerini araştırmak amacıyla Bayazit vd. (2011) tarafından yürütülen çalışmaya otuz beş öğretmen adayı katılmıştır. Yazılı sınav ve görüşme yapılarak toplanan veriler içerik ve söylem analizi tekniği ile çözümlenmiştir. Araştırma sonucunda, öğretmenlerin matematiksel modelleme kullanımına yönelik görüşlerinin olumlu olduğu görülmektedir. Bununla birlikte model algılarının ders kitaplarında bulunan sayma pulları, kesir kartları gibi objelerle sınırlı olduğu, sembolik olarak verilen matematiksel düşüncelere uygun model oluşturma konusunda yetersiz kaldıkları elde edilen sonuçlar arasındadır.

Çiltaş (2011) dört kısımda yürüttüğü çalışmasının birinci kısmında, 3. sınıfta öğrenim gören ilköğretim matematik öğretmen adaylarının dizi ve seriler konularına ilişkin öğrenme güçlüklerini belirlemeyi amaçlamıştır. İkinci kısımda, öğretmen adaylarının dizi ve seriler kavramlarına ilişkin sahip oldukları zihinsel modelleri ortaya koymak, üçüncü kısmında matematiksel modelleme yöntemi ile öğretim yapılarak öğretmen adaylarının matematiksel modellemeye yönelik bilgi, beceri ve görüşlerine etkisi incelenmiştir. Araştırmanın dördüncü ve son kısmında ise, uygulanan bu yöntemin öğretmen adaylarının akademik başarıları üzerinde bir değişime sebep olup olmadığı konusu üzerinde durulmuştur. Araştırmanın ilk iki kısmı nitel araştırma kapsamında bulunan örnek olay (case-study) yöntemi ile, üçüncü kısmı keşfetmeye dayalı durum analizi yöntemi le yürütülmüştür. Dördüncü kısımda ise nicel araştırma yöntemi içerinde yer alan yarı deneysel desen kullanılmıştır. Birinci ve ikinci kısmın araştırma grubu, bir devlet üniversitesinde matematik öğretmenliği üçüncü sınıfta öğrenim gören, sırasıyla 76 ve 10 öğretmen adayından oluşmaktadır. Üçüncü ve dördüncü kısmın çalışma grubu ise aynı bölümde ancak farklı öğretim yılında öğrenim gören sırasıyla 35 ve 75 öğretmen adayından oluşmaktadır. Araştırmada veri toplama araçları; dizi ve seriler bilgi testi, matematiksel modelleme testi, matematiksel modelleme görüş anketi ve mülakatlardır. Dizi ve seriler bilgi testinden elde edilen cevaplar, yüzde ve frekans kullanılarak analiz edilirken, matematiksel modelleme testine verilen cevaplar ise Özer-Keskin (2008) tarafından hazırlanan analitik dereceli puanlama anahtarına göre analiz edilmiştir. Mülakatlar ise fenomenografik yöntem ve betimsel analiz doğrultusunda değerlendirilmiştir. El edilen sonuçlara göre, öğretmen adaylarının dizi ve seriler konusu ile ilgili birtakım kavram yanılgılarına sahip olduğu ve dizi ve seri kavramları ve bunların özelliklerine dair zihinlerinde matematiksel bir model bulunmadığı, bulunsa dahi bu modellerin doğru olmadığı görülmüştür. Bunun yanında, çalışma grubundaki öğretmen adaylarının son matematiksel modelleme testinde, ön teste göre daha yüksek puan aldıkları söylenebilir. Doğası gereği soyut olan matematiksel kavramların somutlaştırılarak öğretilmesine olanak sunduğu için matematiksel modellemenin diğer kavramların öğretiminde de kullanılması ve okul öncesi eğitimden yükseköğretime kadar öğrencilerin düzeylerine uygun bir şekilde kullanılması, bu çalışmada elde edilen olumlu sonuçlar doğrultusunda sunulan öneriler arasındadır.

Doruk (2010), matematiksel modelleme aktiviteleri kullanılarak yapılan dersin, 6. Ve 7. sınıf öğrencilerinin öğrendiği bilgileri günlük hayata aktarabilme becerileri üzerine etkilerini incelemek amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışma grubunda bulunan 116 öğrenciye, başlangıçta matematik dilini kullanmaya yönelik açık uçlu sorular ve matematikle günlük yaşamı ilişkilendirmeye yönelik maddelerden oluşan bir ön-test uygulanmıştır. Daha sonra deney grubu olarak belirlenen 6. ve 7. sınıflardan birer sınıfla modelleme etkinlikleri ile ders işlenerek, uygulama sonunda deney ve kontrol gruplarına son-test uygulanmıştır. Deney grubundaki öğrencilerle ayrıca yarı yapılandırılmış görüşme yapılmıştır. Araştırma sonucunda, her iki sınıf düzeyinde de matematiksel modelleme etkinliklerinin kullanıldığı deney grubunda kontrol grubuna göre matematiği günlük yaşama transfer etme becerilerinde olumlu yönde fark olduğu gözlemlenmiştir. Böyle bir farkın oluşmasına sebep olarak, matematiksel modelleme problemlerinin doğası gereği günlük yaşamla ilişkili olması, öğrencileri sosyal açıdan geliştirmesi ve üst düzey düşünmeye teşvik etmesi gösterilebilir.

Eraslan (2011), ilköğretim matematik öğretmen adaylarının model oluşturma etkinlikleri ve bunların matematik üzerindeki etkisine yönelik görüşlerini ortaya koymayı amaçlayan bir çalışma yapmıştır. Araştırmanın çalışma grubu, 6 ilköğretim matematik öğretmen adayından oluşmaktadır. Bu öğretmen adayları, araştırmacı tarafından verilen Matematik Eğitiminde Modelleme dersini alan öğrenciler arasından seçilmiştir. Ders süresince öğretmen adaylarına model, modelleme, matematiksel model ve bunun geleneksel problem çözme etkinliklerinden farkı gibi konular hakkında bilgi verilmiştir. Dönem sonunda öğrenciler iki gruba ayrılarak, bir model oluşturma etkinliği yapmaları istenmiştir. Ardından da her bir grupla ayrı ayrı yarı yapılandırılmış görüşme yapılarak, bu görüşmeler video kaydına alınmıştır. Grup çalışmalarından elde edilen öğrenci görüşleri, belli kategorilere ayrılarak betimsel analizi yapılmıştır. Araştırma sonucunda öğretmen adaylarının modelleme hakkında hem olumlu hem de olumsuz görüşlere sahip olduğu görülmektedir. Öğretmen adayları model oluşturma etkinliklerinin belirsizliğinden bahsetmiş, buna karşın ilköğretim ve diğer sınıf düzeylerinde de uygulanabileceğini ifade ederek etkili kullanım şekilleri üzerine fikirlerini belirtmişlerdir.

Frejd (2012) yapmış olduğu çalışmada ortaokul öğretmenlerinin matematiksel modelleme ile ilgili bilgi düzeylerini ve bu yöntemi uygulama deneyimlerini incelemeyi amaçlamıştır. Araştırmaya katılan 18 öğretmen 12 farklı okulda görev yapmakta ve hizmet yılları 2 ile 30 arasında değişmektedir. Nitel desenle yürütülen bu araştırmanın veri toplama araçları anket ve görüşmelerden oluşmaktadır. Elde edilen verilerin analizi kuram oluşturma yöntemi ile yapılmıştır. Araştırma sonucunda, öğretmenlerin yarısı daha önce hiç modelleme kavramını duymadıklarını ifade etmişlerdir. Bunun yanında, öğretmenlerin çoğunluğunun matematiksel modellemenin fizik ve kimya derslerinde kullanımının daha uygun olduğu yönünde görüşe sahip oldukları görülmüştür. Ayrıca, öğretmenlerin matematiksel modelleme tecrübelerinin yetersiz olduğu ve matematiksel modelleme yöntemini matematik derslerinde kullanamadıkları sonucuna ulaşılmıştır.

Şen-Zeytun (2013) tarafından yapılan çalışmada, öğretmen adaylarının model oluşturma süreçlerini ve bu süreçleri etkileyen faktörler hakkındaki görüşlerini ortaya koymak amaçlanmıştır. Altı öğretmen adayının katılımıyla yapılan bu araştırma, on dört hafta boyunca süren bir ders programı çerçevesinde modelleme etkinlikleri yapılarak yürütülmüştür. Çalışmada veriler video kayıtları ile kayıt altına alınan sınıf gözlemleri, yarı yapılandırılmış görüşmeler, öğrenci cevap kâğıtları ve bilgi formları aracılığı ile toplanmıştır. Verilerin analizi, nitel olarak yapılmıştır. Araştırma sonucunda modelleme sürecinin problemi anlama, plan geliştirme, planı uygulama ve modeli yorumlama ve test etme şeklinde dört ana aşamadan meydana geldiği görülmüştür. Bunun yanında, öğretmen adaylarının modelleme konusundaki tecrübesizlikleri, kavramsal anlayışlarının yetersizliği, zaman sınırlılıkları ve değerlendirme kaygıları gibi birçok değişken modelleme sürecini olumsuz etkilediği araştırmada elde edilen sonuçlar arasındadır.

Tuna vd. (2013) tarafından yürütülen çalışmanın amacı, matematik öğretmen adaylarının kesirler konusunu içeren günlük yaşam problemlerinin çözümünde kullandıkları matematiksel modelleme becerilerini incelemektir. Tarama yöntemi ile yürütülen bu çalışmanın örneklemini üçüncü sınıfta öğrenim gören matematik öğretmen adayları oluşturmaktadır. Çalışmanın verileri, kesirler konusu ile ilgili günlük yaşam problemi içeren beş adet soru aracılığıyla toplanmıştır. Toplanan bu veriler betimsel olarak analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda, öğretmen adaylarının modelleme becerilerinin verilen farklı türdeki problemleri çözme konusunda yetersiz kaldığı görülmüştür. Yükseköğretim seviyesinde matematiksel modellemeye daha fazla yer verilmesinin öğrencilerin modelleme becerilerine katkı sağlayacağı düşünülerek, bu çalışma sonucunda öneri olarak ifade edilmiştir.

Hıdıroğlu vd. tarafından 2014 yılında yapılan çalışmada, ortaöğretim öğrencilerinin matematiksel modelleme süreçleri dikkate alınarak verilen bir matematiksel modelleme problemine ilişkin çözümlerini incelemek amaçlanmıştır. Araştırma on ortaöğretim öğrencisi ile yürütülmüştür. Çalışmanın verileri, öğrencilerin probleme vermiş olduğu cevapların yazılı dökümü ve problem çözümü esnasındaki video kayıtlarından elde edilen sesli yanıtları aracılığı ile toplanmıştır. Veriler, matematiksel modelleme aşamaları göz önünde bulundurularak hazırlanan dereceli puanlama anahtarı yardımı ile çözümlenmiştir. Araştırma sonucunda, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme süreçlerinde sorunlar yaşadıkları görülmüştür. Bunun yanında, öğrencilerin modelleme basamakları ilerledikçe ilgili basamağa dair performanslarının azaldığı gözlemlenmiştir.

Deniz ve Akgün (2014) tarafından ortaöğretim öğrencileriyle yapılan çalışmada öğrencilerin matematiksel modelleme hakkındaki görüşlerini ortaya koymak amaçlanmıştır. Araştırmanın çalışma grubu, öğretmenlik uygulaması dersi kapsamında modelleme etkinliklerine yönelik ders işlenen bir okuldaki farklı sınıf seviyelerinden sekiz ortaöğretim öğrencisinden oluşmaktadır. Araştırmanın verileri yarı yapılandırılmış görüşme formu aracılığıyla toplanırken, elde edilen verilerin analizi içerik analizi yöntemi ile yapılmıştır. Araştırma sonucunda öğrenciler daha derin düşünmeye teşvik edildiklerini ve kavramları günlük hayatla daha rahat ilişkilendirebildiklerini belirtmişlerdir. Matematiksel modelleme yöntemi ile öğrencilerin daha kolay ve kalıcı öğrendikleri ve matematiğe karşı olumlu tutum geliştirdikleri bu çalışmanın sonuçları arasındadır.

Öğretmen adaylarının türev kavramının temellerinden olan kovaryasyonel düşünme, değişim oranı ve bir fonksiyon ile türevi arasındaki ilişki gibi matematiksel düşünceleri nasıl anladıklarını ortaya koymak amacıyla Kertil (2014) tarafından yürütülen çalışmada, matematik öğretmen adayları için bir ders açılarak bu ders kapsamında model geliştirme ünitesi hazırlanmıştır. Sekiz hafta boyunca uygulaması yapılan tasarım-tabanlı bu araştırmanın örneklemi bir devlet üniversitesinde öğrenim gören yirmi öğretmen adayından oluşmaktadır. Veri toplama araçları olarak; anketler, yazılı grup raporları ve kişisel etkinlik cevap kâğıtları, yarı-yapılandırılmış görüşme formları, video ile kayıt altına alınmış sınıf gözlemleri ve araştırmacının uygulama notları kullanılmıştır. Elde edilen veriler nitel ve nicel yöntemler bir arada kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda, öğretmen adaylarının kovaryasyonel düşünme becerilerinin önemli ölçüde geliştiği ve değişim oranı kavramına yönelik yorum yapabilecek düzeye geldikleri gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, değişim oranı ve değişim miktarı kavramlarını birbirine karıştırma durumunun araştırma sonucunda da değişmediği görülmüştür. Bu sonuçlar göstermektedir ki, analiz dersleri öğretmen adaylarının türev konusunu kavramsal öğrenmeleri için yetersiz kalmaktadır. Türev ve türevle ilgili gerekli matematiksel fikirlerin anlaşılmasında, matematiksel modelleme yönteminin etkili olduğu araştırmanın sonuçları arasındadır.

Matematiksel modelleme kullanılarak tasarlanan öğrenme ortamlarında öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliliklerini inceleyen bir diğer araştırma Aydın Güç (2015) tarafından doktora çalışması olarak yapılmıştır. Çalışma grubunu iki farklı üniversitenin matematik öğretmenliği bölümünde öğrenim gören iki farklı öğretmen adayı grubunun oluşturduğu bu araştırma deneysel bir çalışmadır. Gruplardan birine bütüncül yaklaşıma göre hazırlanan matematiksel modellemeye yönelik ders anlatılırken, diğer grupta öğretim yöntemi olarak modelleme kullanılmamıştır. Araştırmanın verileri video kayıtları, klinik mülakatlar ve araştırmacı notları yardımıyla toplanmıştır. Veri analiz aşamasında, bütüncül yaklaşıma göre hazırlanan analitik dereceli puanlama anahtarı kullanılmıştır. Araştırma sonucunda; uygulanan öğretim yönteminin matematiksel modelleme alt-yeterliklerinin önemli bir kısmının geliştirdiği ve matematiksel modelleme alt-yeterliklerini dikkate alarak yapılan değerlendirmenin matematiksel modelleme yeterliklerinin yorumlanmasında önemli olduğu görülmüştür. Bunun yanında, matematiksel modelleme alt-yeterliklerinin öğretim faaliyetleri dışında birçok faktörden etkilendiği de araştırmada elde edilen sonuçlar arasındadır.

Yukarıdaki çalışmalar amaçları doğrultusunda incelendiğinde, matematiksel modelleme ile yapılan öğretimin öğrencilerin veya öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerine etkisini ve matematiksel modellemeye yönelik görüşlerini birlikte inceleyen çalışmalar bulunduğu görülmektedir (Çiltaş 2011, Keskin, 2008, Korkmaz, 2010). Bunun yanında, yalnızca matematiksel modellemeye yönelik görüşleri belirlemeyi amaçlayan çalışmalar (Deniz ve Akgün 2014, Eraslan 2011) ile yalnızca matematiksel model oluşturma ve matematiksel modelleme yeterliklerini incelemeyi amaçlayan çalışmalar olduğu görülmektedir (Aydın-Güç 2015, Bayazit vd. 2011). Ayrıca, matematiksel modelleme ile öğretimin öğrencilerin matematiği günlük hayata aktarabilme becerilerine etkisini amaçlayan bir çalışma bulunmaktadır (Doruk, 2010). Farklı olarak, Kertil (2008) model geliştirme ünitesi ile tasarlanan dersin öğretmen adaylarının kovaryasyonel düşünme, değişim oranı ve bir fonksiyon ile türevi arasındaki ilişki gibi matematiksel fikirleri nasıl anladığını ortaya koymayı amaçlamıştır.

Yapılan araştırmaların modeli göz önünde bulundurulduğunda, durum çalışması olarak yürütülen çalışmalar bulunduğu dikkat çekmektedir (Bukova-Güzel ve Uğurel 2010, Deniz ve Akgün 2014, Hıdıroğlu vd. 2014, Şen-Zeytun 2013). Bunun yanında, deneysel desenle yapılan araştırmalar da bulunmaktadır (Doruk 2010, Maaβ 2005). Tarama modeli (Tuna vd. 2013), eylem araştırması (Aydın-Güç 2015) ve tasarım tabanlı (Kertil 2014) modeli kullanılan araştırmalara da rastlanmaktadır. Yapılan çalışmaların bir kısmı (Boaler 2001, Doruk 2010, English 2006, Maaβ 2005) ilköğretim öğrencileriyle yapılırken, bazıları (Deniz ve Akgün 2014, Hıdıroğlu vd. 2014) ise ortaöğretim öğrencileriyle yürütülmüştür. Bunların yanında, öğretmen adaylarıyla yapılan çalışmaların da bulunduğu dikkat çekmiştir (Aydın-Güç 2015, Bayazit vd. 2011, Bukova-Güzel ve Uğurel 2010, Çiltaş 2011, Eraslan 2011, Kertil 2014, Korkmaz 2010, Özer-Keskin 2008, Şen-Zeytun 2013, Tuna vd. 2013). Yukarıda bahsedilen çalışmalardan yalnızca 1 tanesinin öğretmenlerle yapıldığı görülmüştür (Frejd 2012). Araştırmalarda verilerin çoğunlukla görüşmeler yardımıyla toplandığı dikkat çekmiştir. Yapılan görüşmeler bazı araştırmalarda video ile kayıt altına alınırken (Aydın-Güç 2015, Eraslan 2011) bazılarında (Deniz ve Akgün 2014, Kertil 2014, Şen-Zeytun 2013) ise yarı-yapılandırılmış görüşme formlarından yararlanılmıştır.

Yukarıda bahsedilen araştırmaların sonuçları dikkate alındığında, matematiksel modelleme ile yapılan öğretimin matematiksel modelleme bilgi ve becerilerinin gelişimine katkıda bulunduğu ve matematiksel modellemeye yönelik görüşleri olumlu yönde etkilediği görülmektedir (Çiltaş 2011, Özer-Keskin 2008). Bunun yanı sıra, matematiksel modelleme ile öğretim gören öğrencilerin daha kolay ve kalıcı öğrendikleri ve matematiğe karşı olumlu tutum geliştirdikleri ve matematiksel inançlarının olumlu yönde etkilendiği sonuçlarına ulaşılmıştır (Deniz ve Akgün 2014, Maaβ 2005). Buna karşın, Eraslan (2011) çalışmasında öğretmen adaylarının matematiksel modellemeye yönelik hem olumlu hem de olumsuz görüşlere sahip olduğu sonucuna ulaşmıştır. Öğretmen adayları model oluşturma etkinliklerinin belirsiz olduğunu ifade etmişler fakat her bir sınıf düzeyinde etkili bir şekilde kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Elde edilen sonuçlardan biri de, matematiksel modelleme yönteminin öğrencilerin matematiği günlük hayata transfer etme becerilerini olumlu yönde etkilediği yönündedir (Doruk 2010). Bununla birlikte, matematiksel modelleme sürecini olumsuz etkileyen birtakım faktörler olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Bunlar; matematiksel modelleme konusundaki tecrübe yetersizliği, kavramsal anlayış yetersizliği, zaman sınırlılığı ve değerlendirme kaygılarıdır (Şen-Zeytun 2013). Öğretmenlerin matematiksel modelleme tecrübelerinin yetersiz olduğu ve matematiksel modelleme yöntemini derslerinde kullanamadığı, elde edilen sonuçlar arasındadır (Frejd 2012).

BÖLÜM 3

YÖNTEM

3.1. ARAŞTIRMANIN MODELİ

Matematiksel modelleme ile yapılan öğretimin, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerileri üzerindeki etkisinin incelenmesi amacıyla nicel ve nitel veri toplama ve veri analiz yöntemleri birlikte kullanılmıştır. Bu nedenle araştırma, karma araştırma modeli niteliği taşımaktadır. Karma yaklaşım, nitel ve nicel araştırma modellerinin hepsinin avantajlarından yararlanılmasını sağlayan etkili bir araştırma modelidir (Creswell 2008).

Bu araştırmada, nicel veriler nitel veriler yardımıyla desteklenerek açıklanmaya çalışılmıştır. Matematiksel modellemeye yönelik yapılan öğretimin ardından, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerindeki değişimin belirlenmesinden elde edilen veriler, araştırmanın nicel verilerini oluşturmaktadır. Öğretmen adaylarının, uygulama süresince yapmış oldukları etkinliklerin matematiksel modelleme aşamaları doğrultusunda incelenmesi ve öğretmen adaylarının öz-değerlendirme sorularına verdikleri cevaplar araştırmanın nitel verilerini oluşturmaktadır.

Araştırmanın nicel bölümünde, tek gruplu ön test-son test tasarımı kullanılmıştır (Şekil 3.1). Araştırmanın bağımsız değişkeni, grup çalışması ile matematiksel modellemeye yönelik yapılan öğretim iken bağımlı değişkeni öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerileridir.

Ön test ölçümü	Uygulama	Son test ölçümü
O_1	X_D	O_2

Karşılaştır

Şekil 3.1 X_D uygulama, O_1 ve O_2 ön test ve son test değerlendirmelerini temsil eden tek gruplu ön test-son test tasarımı (Johnson and Christensen 2014)

Bu araştırma Çizelge 3.1'de ifade edilen plan doğrultusunda yürütülmüştür.

Çizelge 3.1 Araştırmanın Planı

Uygulama Öncesi	Ön Matematiksel Modelleme Beceri Testi
Uygulama Süreci	Öğretmen adaylarının sınıf içinde yapmış oldukları çözümler Öz-değerlendirme formları Araştırmacı günlükleri Gözlem formu
Uygulama Sonrası	Son Matematiksel Modelleme Beceri Testi

Araştırmanın nitel bölümünde, öğretmen adaylarının uygulama boyunca yapmış oldukları çözümler matematiksel modelleme süreçleri doğrultusunda incelenmiştir ve öğretmen adaylarının öz-değerlendirme sorularına verdikleri cevaplarla desteklenerek değerlendirilmiştir. Bunun yanında, araştırmacı tarafından oluşturulan günlükler de değerlendirilerek araştırmanın nitel boyutuna katkı sağlamıştır.

3.2. ARAŞTIRMANIN ÖRNEKLEMİ

Araştırma, Batı Karadeniz Bölgesi'nde bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesinde, İlköğretim Bölümü Matematik Eğitimi Anabilim Dalı 2. sınıfında öğrenim gören 24 öğretmen adayı ile yürütülmüştür. Araştırmaya katılan öğretmen adayları uygun örnekleme (convenience sampling) yöntemine göre belirlenmiş olup, "Matematik ve Hayat" seçmeli dersini alan öğretmen adaylarından oluşmaktadır. Öğretmen adaylarının 16'sı kız, 8'i erkektir. Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının, 1. sınıfta Genel Matematik dersini, 2. sınıfın güz döneminde de Analiz I dersini almış olduklarından, araştırma kapsamındaki matematiksel modelleme problemlerini çözebilmeleri için gerekli ön bilgilere sahip oldukları düşünülmektedir. Dolayısıyla, 2. sınıf öğrencileri ile çalışmanın yürütülmesinin uygun olacağı düşünülmüştür.

Araştırma, 2015-2016 eğitim öğretim yılı bahar döneminde 2. sınıflara seçmeli bir ders açılarak, bu dersi seçen 24 öğretmen adayı ile araştırmacının kendisi tarafından yürütülmüştür. Dersin işleyişi ile ilgili ayrıntılara "Uygulama Akışı" başlığı altında detaylı bir şekilde verilmiştir.

3.3. VERİLERİN TOPLANMASI

3.3.1. Veri Toplama Araçları

Bu araştırmanın verileri Ön Matematiksel Modelleme Beceri Testi, Son Matematiksel Modelleme Beceri Testi, Öz-değerlendirme formları, öğretmen adaylarının sınıf içinde yapılan etkinliklere ilişkin çözümleri, gözlem formu ve araştırmacı günlükleri aracılığı ile toplanmıştır.

3.3.2. Ön Matematiksel Modelleme Beceri Testi

Matematik ve Hayat dersinin ilk haftasında, uygulama öncesinde, 24 öğretmen adayına 6 sorudan oluşan bir ön matematiksel modelleme beceri testi uygulanmıştır. Testte yer alan sorular limit, süreklilik, türev, dizi ve seriler, fonksiyonlar gibi Analiz dersi konuları kapsamaktadır. Öğrencilerin gerçek yaşam durumlarını içeren gerçek hayat problemlerini çözmeleri özellikle Analiz dersinde ayrı bir önem taşımaktadır ve çoğu ülkede öğrencilerin üniversiteye girebilmeleri ve özellikle matematik, fen, mühendislik gibi matematiksel bilgi ve beceriye dayalı alanlarda eğitim öğrenim görebilmeleri için analiz konuları "altın anahtar" görevi görmektedir (Bingölbali 2008). Bu yüzden araştırmada kullanılan gerçek hayat problemleri analiz konuları arasından seçilmiştir. Problemler çeşitli makale ve tezler ile bu alandaki kitapların taranmasıyla, uzman görüşü doğrultusunda seçilmiştir. Testte yer alan sorulara ilişkin matematiksel kavram ve her bir kavramın ait olduğu gerçek hayat bağlamı Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2 Ön Matematiksel Modelleme Beceri Testinde Yer Alan Problemlerin İlgili Olduğu Konular ve Gerçek Hayat Bağlamı

Soru	Kavram	Gerçek Hayat Bağlamı	Alındığı Kaynak
1. Soru	Türev(değişim oranı)	Merdiven	Thomas and Finney 2011
2. Soru	Diziler	Cep telefonu, radyasyon	Çiltaş 2011
3. Soru	Türevin fiziksel yorumu	Taş	Thomas and Finney 2011
4. Soru	Fonksiyonlar	Nüfus artışı	Lial et al. 2014
5. Soru	Limit ve süreklilik	Posta, ücret	MEB 2011
6. Soru	Türev	Çit, alan, maliyet	Erbaş vd. 2016

3.3.2.1. Son Matematiksel Modelleme Beceri Testi

Öğretmen adayları ile gerçekleştirilen matematiksel modelleme ile öğretim sürecinin ardından öğretmen adaylarına 6 soru içeren son matematiksel modelleme beceri testi uygulanmıştır (EK B). Son matematiksel modelleme beceri testi, ön matematiksel modelleme beceri testinde yer alan sorulara kavram ve güçlük seviyesi açısından benzer olarak, matematik eğitimi alanında bir uzmandan görüş alınarak hazırlanmıştır. Son matematiksel modelleme beceri testinin ilgili olduğu konu ve kavramlar ile gerçek hayat bağlamı Çizelge 3.3'te verilmiştir.

Çizelge 3.3 Son Matematiksel Modelleme Beceri Testinde Yer Alan Problemlerin İlgili Olduğu Kavramlar ve Gerçek Hayat Bağlamı

Soru	Kavram	Gerçek Hayat Bağlamı	Alındığı Kaynak
7. Soru	Türev(değişim oranı)	Sokak, yürüyüş	Thomas and Finney 2011
8. Soru	Diziler	Tıp, hastalıklar, virüs	Çiltaş 2011
9. Soru	Türevin fiziksel yorumu	Kaya, patlama	Thomas and Finney 2011
10. Soru	Fonksiyonlar	Ekonomi	Lial et al. 2014
11. Soru	Limit ve süreklilik	Park yeri, ücret	Lial et al. 2014
12. Soru	Türev	Çit, alan, maliyet	Erbaş vd. 2016

3.3.2.2. Grupların Sınıf İçi Çözümleri

Grupların her hafta yapılan iki matematiksel modelleme etkinliğine yönelik çözüm kâğıtları da bu araştırmada bir veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Grup çalışmasına dayalı bir öğretim yapıldığından, her grup ortak çözüm yapmıştır. Dolayısıyla, her etkinlik sonunda toplam 12 adet çözüm kâğıdı ortaya çıkmıştır.

3.3.2.3. Öz Değerlendirme Soruları

Uygulama süreci boyunca, her hafta çözülen iki problemin ardından öğretmen adaylarına 5 sorudan oluşan bir öz-değerlendirme formu verilerek yazılı olarak cevap vermeleri istenmiştir (EK C). İkişerli gruplar halinde çalışan öğretmen adaylarına yalnızca bir tane öz-değerlendirme formu verilmiş ve grup üyelerinin ortak yanıt vermesi amaçlanmıştır. Öz-değerlendirme sorularından birincisinde ilgili problemin çözüm sürecini yanlış da olsa detaylı olarak açıklamaları istenirken, ikinci soruda problemi çözerken karşılaştıkları güçlükleri ifade etmeleri beklenmiştir. Ardından üçüncü olarak, verilen problemin ardındaki matematiksel kavramın ne olduğu, onlar için yeni bir kavram mı olduğu ve bu kavramla ilgili düşüncelerinde ne gibi değişimler olduğunu belirtmeleri istenmiştir. Daha sonra problemi çözerken tablo, şekil, grafik gibi görsel temsilleri kullanıp kullanmadıkları veya kullandılarsa ne şekilde kullandıkları sorulmuştur. Son olarak ilgili problemin çözümü sonucunda neler öğrenildiği sorularak, öğrencilerin kendilerini, etkinlikleri ve yapılan grup çalışmasını değerlendirmeleri sağlanmıştır.

3.3.2.4. Araştırmacı Günlükleri

Ders, araştırmacının kendisi tarafından yürütüldüğünden araştırmacı aynı zamanda gözlemci olarak görev yapmıştır. Araştırmacı her hafta, sınıf içinde gerçekleşen önemli noktalara dair notlar alarak, her haftanın özetini yazılı olarak kaydetmiştir.

3.3.2.5. Gözlem Formu

Uygulama süresince yapılan öğretim, araştırmacı dışında tarafsız bir gözlemci tarafından takip edilmiştir. Gözlemci, bir devlet üniversitesinde matematik eğitimi alanında bir öğretim elemanıdır ve yapılan öğretim sürecine hiçbir müdahalede bulunmaksızın yalnızca uzaktan araştırmacıyı, öğrencileri ve dersin nasıl işlendiğini izlemiştir. Araştırmacının kendisi tarafından ilgili literatür taranarak yarı-yapılandırılmış bir gözlem formu oluşturulmuştur (EK D). Gözlemci 10 hafta boyunca derslere katılarak öğretim sürecine dair gözlem ve değerlendirmelerini kaydetmiştir ve yalnızca sürecin plana uygun şekilde yapılıp yapılmadığını kontrol etmiştir.

3.3.3. Uygulama Akışı

Araştırma 2015-2016 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde açılan "Matematik ve Hayat" isimli seçmeli bir ders kapsamında, haftada 3 saat olmak üzere, toplam 13 haftalık bir zaman diliminde yapılmıştır. İlk hafta araştırmacı kontrolünde, 24 öğretmen adayına ön matematiksel modelleme beceri testi uygulaması yapılmıştır. Test kavramsal olarak yorum gerektiren problemlerden oluştuğundan, süre konusunda problem yaşanmaması için, öğretmen adaylarına ön matematiksel modelleme testinde bulunan 6 soruyu cevaplandırmaları için toplam 90 dakika süre verilmiştir. İkinci hafta, öğretmen adaylarına öncelikle kısaca matematiksel modellemenin ne olduğu, sınıf içinde nasıl kullanıldığı, matematik öğretimine ne gibi katkılar sağladığı anlatılmıştır. English (2006), matematiksel modelleme etkinliklerinin küçük gruplar halinde yapılmasının modelleme sürecini kolaylaştıracağını öne sürmüştür. Bunun yanında, matematiksel modelleme etkinliklerinin grup çalışması halinde yapılması durumunda daha zengin çözümler elde edileceği vurgulandığından (Chamberlin and Moon 2008), öğretmen adaylarından ikişerli gruplar oluşturmaları istenerek, öğretmen adaylarının bundan sonraki haftalarda birlikte çalışmaları sağlanmıştır. İkinci haftanın sonunda toplam 12 grup oluşturularak, matematiksel modelleme ile öğretim sürecine bu şekilde devam edilmiştir.

Üçüncü hafta, matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulaması başlamıştır. Toplam 10 hafta boyunca, ikişerli gruplar halinde çalışan öğretmen adaylarından, her hafta iki adet matematiksel modelleme etkinliğini çözmeleri istenmiştir. Öncelikle etkinliklerden biri her öğretmen adayına ayrı ayrı dağıtılarak problemi anlamaları ve bireysel düşünmeleri için süre verilmiş, ardından grup arkadaşlarıyla tartışarak ortak bir çözüm yapmaları istenmiştir. Öğretmen adaylarının sınıf içinde gruplar arası tartışma yapabilmeleri için, her grubun kendi çözüm yolunu sınıfla paylaşması sağlanmıştır. Böylelikle çözümler yanlış da olsa farklı düşünce yollarına odaklanılması sağlanmıştır. Ardından, tamamlanan etkinliğe ilişkin her gruba bir adet öz değerlendirme formu dağıtılarak, grup üyelerinin ortak cevap vermeleri istenmiştir. Kısa bir mola verildikten sonra ikinci modelleme etkinliği dağıtılarak, benzer süreçlerin tekrarlanması sağlanmıştır.

Matematiksel modelleme ile öğretim sürecinde araştırmacı, her etkinliğin öncesinde öğretmen adaylarına problemle ilgili yapılması gereken açıklama varsa yapmıştır. Onun dışında süreç içerisinde araştırmacı mümkün olduğunca öğretmen adaylarının etkinlikleri çözme sürecine dahil olmamaya çalışmıştır. Öğretmen adayları, problemleri çözme konusunda zorlandıkları zaman, ufak ipuçları vererek öğretmen adaylarını problem üzerine düşünmeye sevk etmiş fakat onları doğrudan problemin doğru cevanbına yönlendirmemiştir. Bunun yanında, tüm gruplar çözümlerini tamamladıktan sonra araştırmacı grupların çözümlerini paylaşmasını sağlamış, benzer ve farklı çözümleri ortaya çıkararak sınıf tartışmasına yön vermiştir. Özellikle ilk haftalarda, problemlerin doğru sonucuna ulaşan gruplar bulunmadığından, araştırmacı öğretmen adaylarına da sorular sorarak etkinliklerin çözümlerini kendisi yapmıştır. Sınıf içinde yapılan modelleme etkinliklerinin ilgili olduğu konu ve kavramlar ile gerçek hayat bağlamı Çizelge 3.4'te gösterilmektedir.

Çizelge 3.4 Modelleme Etkinliklerinin İlgili Olduğu Konu ve Kavramlar ile Gerçek Hayat Bağlamı

Haftalar	Soru Başlığı	İlgili Konu ve Kavramlar	Gerçek Hayat Bağlamı
1. hafta	Nehrin Etrafını Çitleyelim	Türev (maksimum-minimum problemi)	Tarla, çit, nehir
	Ürün Tasarımı	Türev (maksimum-minimum problemi)	Yağ kutusu, maliyet hesaplama
2. hafta	Otopark Ücretleri	Limit-süreklilik	Park yeri, ücret hesaplama
	Göl Kirliliği	Limit-eşitsizlik	Çevre kirliliği
3. hafta	Nüfus artış oranı	Türev (değişim oranı)	Nüfus artışı
	Tank Boşaltımı	Türev (değişim oranı)	Tanker, su
4. hafta	Mutlak Yakınsaklık	Dizi ve seriler	Şans oyunları
	Zenon Paradoksu	Dizi ve seriler	Arazi, alan
5. hafta	Yaş Halkaları	Diziler	Zooloji
	Meyve Suyu Ambalajı	Türev	Ambalajlama, optimizasyon
6. hafta	Gelecek Yüzyılda Türkiye	Türev, fonksiyonlar	Nüfus artışı
	Maksimum Alan	Türev, ikinci dereceden denklem ve fonksiyonlar	Alan, çiftlik, çit
7. hafta	Kıyamet Saati	Tümevarım, diziler	Arkeoloji, efsane, kıyamet
	Patlamış Mısır Kutusu	Polinom, fonksiyonlar, türev	Paketleme
8. hafta	Su Deposu	Fonksiyon, grafik, türev.	Yazılım, su deposu.
	Doğa Yürüyüşü Parkuru Krokisi	Türev	Doğa yürüyüşü
9. hafta	Kahve Yapımı	Geometrik cisimler, hacim, türev(değişim ornanı)	Kahve, demlik.
	Balon Şişirmek	Geometrik cisimler, hacim, türev(değişim ornanı)	Balon şişirme
10. hafta	Bir Sandalı Çekmek	Trigonometri, türev	Sandal, iskele, ip
	Yükselen Bir Balon	Trigonometri, türev	Balon

Uygulama sürecinin 13. haftasında, öğretmen adaylarına son matematiksel modelleme beceri testi uygulanmıştır. Ön matematiksel modelleme beceri testinde olduğu gibi, son matematiksel modelleme beceri testinde bulunan 6 soruyu cevaplandırmaları için öğretmen adaylarına 90 dakika süre verilmiştir.

3.4. VERİLERİN ANALİZİ

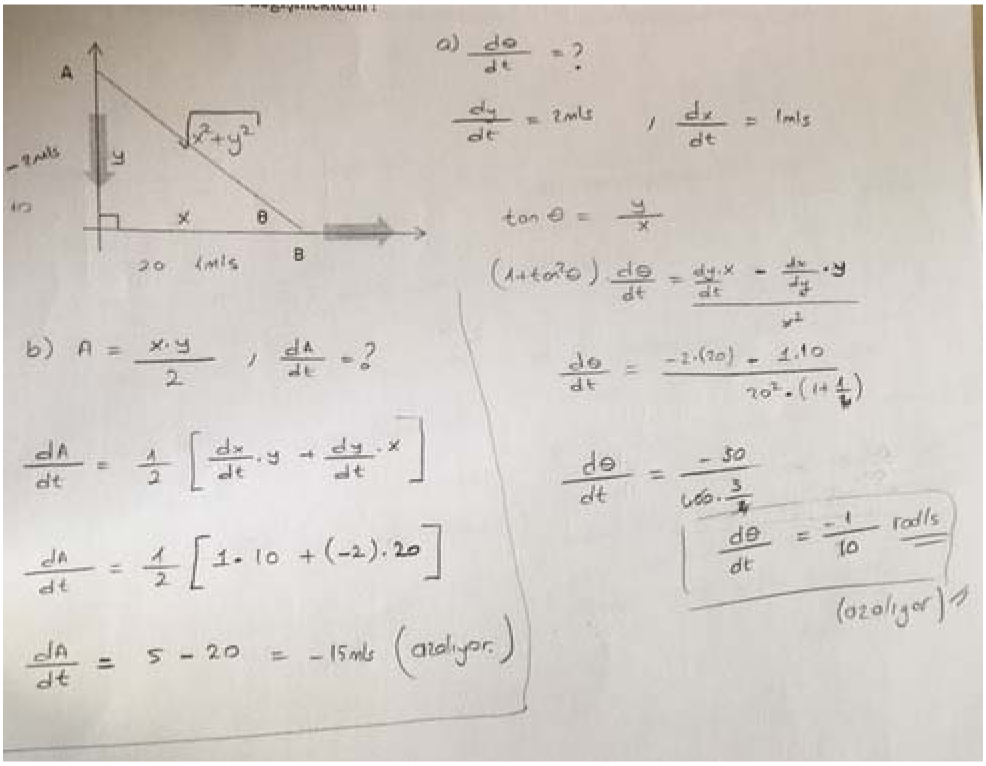
Araştırmada ölçme aracı olarak kullanılan ön ve son matematiksel modelleme beceri testleri açık uçlu sorulardan oluştuğundan, analitik dereceli puanlama anahtarına göre puanlandırılmıştır. Colletti'nin (1987) de ifade ettiği gibi açık uçlu test maddelerinin çözümünü değerlendirmek için kullanılan yöntemlerden biri de analitik dereceli puanlama yapılmasıdır. Puanlama anahtarı oluşturulurken öncelikle problemi çözme için gerekli aşamalar belirlenmekte, ardından da öğretmen adaylarının aşamaları ne derece geliştirdiğine bağlı olarak uygun puanlama yapılmaktadır. Araştırmada Özer-Keskin (2008) tarafından geliştirilen analitik dereceli puanlama anahtarı kullanılmıştır (Çizelge 3.5). Bu puanlama anahtarına göre, matematiksel modellemenin 5 aşaması olan problemi anlama, değişkenleri seçme, modeli kurma, matematiksel problemi çözme ve çözümü günlük hayata uygulama aşamaları 0,1 veya 2 olmak üzere üç farklı şekilde puanlandırılmıştır. Ön ve son matematiksel modelleme testlerinin her bir sorusundan alınabilecek en yüksek puan 10 olmak üzere, her iki testin toplam puanı 60 olarak hesaplanmıştır. Ön ve son matematiksel modelleme beceri testleri arasındaki puan farkının anlamlılık düzeyini belirlemek amacıyla SPSS 20 paket program kullanılarak, eş örneklemler t testi yapılmıştır. Bunun yanında, her bir modelleme sürecindeki gelişimi ayrı ayrı değerlendirebilmek için betimleyici istatistikten yararlanılmıştır.

Çizelge 3.5 Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı (Özer-Keskin 2008)

Aşamalar	Kategoriler	Puan
Problemi Anlama	Problemin tamamını anlamış ise	2
	Problemi kısmen anlamış ise	1
	Problemi anlamamış ise	0
Değişkenleri Seçme	Değişkenlerin tamamını belirlemiş ise	2
	Değişkenleri eksik belirlemiş ise	1
	Uygun değişkenleri seçmemiş ise	0
Modeli Kurma	Modeli oluşturmuş ise	2
	Modeli eksik oluşturmuş ise	1
	Modeli hiç oluşturamamış ise	0
Matematiksel Problemi Çözme	Doğru çözümü bulmuş ise	2
	Çözüm esnasında işlem hatası yapmış ya da problemin bir kısmının doğru çözümüne ulaşmış ise	1
	Çözüm bulamamış ise	0
Çözümü Günlük Hayata Yorumlama	Çözümü günlük hayata uygun şekilde yorumlamış ise	2
	Çözümü tamamen yanlış yorumlamış ise ya da hiçbir yorum yapamamış ise	1
	Çözümü tamamen yanlış yorumlamış ise ya da hiçbir yorum yapamamış ise	0

Çizelge 3.5'te açıklanan puanlama anahtarına göre, her bir aşama için, aşamanın ne derece gerçekleştirildiğine bağlı olarak 0, 1 veya 2 olmak üzere üç farklı puan türü bulunmaktadır. Örneğin; ön matematiksel modelleme beceri testinin ilk sorusunda bir eve dayanan merdivenin belli bir hızla kaymaya başladığı bilgisi verilerek, merdiven evden belli bir uzaklığa geldiği anda, merdivenin üst tarafının kayma hızı, oluşan üçgenin alanının değişim hızı ve merdivenle yer arasındaki açının ne oranda değiştiği sorulmaktadır (EK A). Bu problem için, problemi anlama basamağında öğretmen adaylarının problemde verilenleri ve sonucunda istenenleri belirtmesi gerekmektedir. Bu aşamada, öğretmen adayı problemi anladığını gösteren bir şekil oluşturabilir veya yazılı olarak bir yorum yapabilir. Değişkenleri seçme aşaması için, öğretmen adaylarının problemdeki uzunluk, açı, hız değişkenlerini uygun harfler vererek (x,y gibi) belirlemesi gerekmektedir. Yani bu problem için "x=10 m ve dx/dt=5 m/s iken dA/dt nedir?" yazabilen bir öğretmen adayı problemi anlama ve değişkenleri seçme basamaklarından tam puan almış olur. Modeli kurma aşamasında, uygun trigonometrik bağıntılar yardımıyla bir denklem oluşturulmalıdır. Spanier'in (1980) de ifade ettiği gibi matematiksel model kimi zaman bir denklem olarak karşımıza çıkabilir. Bu problemde de model, bir denklemdir. Denklemin doğru bir şekilde çözülüp çözülmediğine bakılmaksızın, bu denklemi oluşturan öğretmen adayı modeli kurma aşamasından tam puan almaktadır.

Matematiksel problemi çözme aşamasında, öğretmen adayının denklemi doğru bir şekilde çözüp çözmediğine bakılır, eğer işlem hataları varsa problemi kısmen doğru çözmüş sayılarak, 1 puan verilir. Hiçbir şekilde denklemi çözmeye çalışmamışlar ise 0 puan verilmiştir. Çözümü günlük hayata yorumlama basamağı, problemde elde edilen sayısal cevabın ne ifade ettiğinin açıklanmasıdır. Bu problemde, cevabın pozitif çıkması “artma”, negatif işaret çıkması “azalma” olarak yorumlanmalıdır. Üçgenin alanının değişim hızını negatif bulan bir öğretmen adayının, “Üçgenin alanı azalmaktadır.” şeklinde yorum yapabilmesi beklenmektedir. Bu probleme benzer olarak, son matematiksel modelleme testinde yer alan birinci soruya ait bir öğretmen adayının örnek çözümü Şekil 3.2’de verilmiştir.



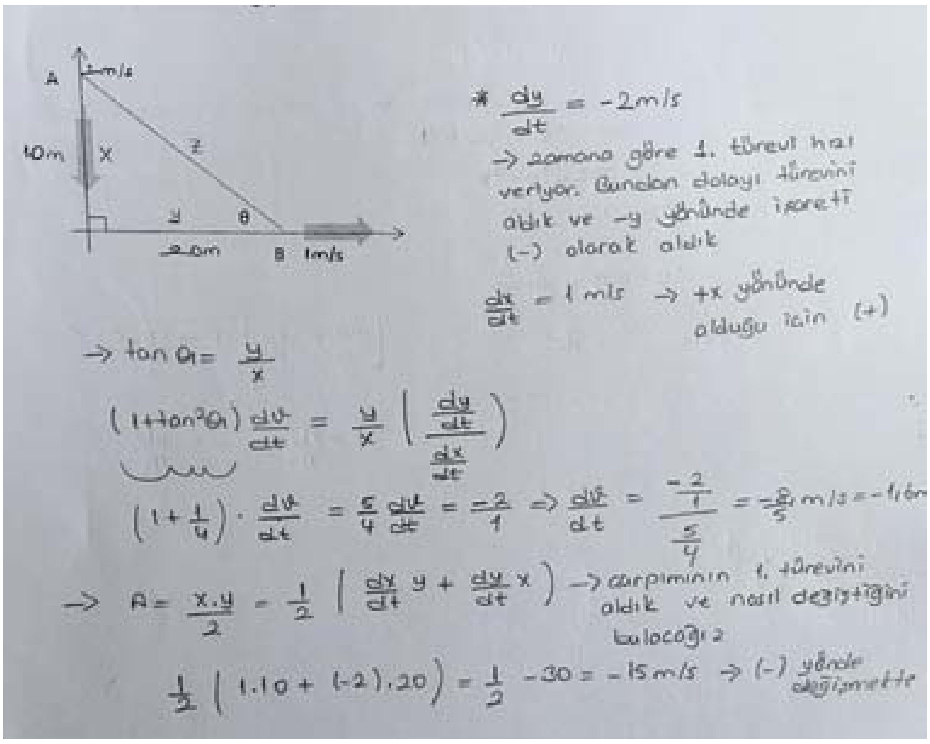
Şekil 3.2 Öğretmen adaylarının cevap kâğıtlarından örnek bir çözüm

Şekil 3.2’de verilen çözümün analitik dereceli puanlama anahtarına göre puanlandırılması Çizelge 3.6’daki gibi yapılmıştır.

Çizelge 3.6 Analitik Dereceli Puanlama Anahtarına Göre Puanlandırma Örneği

Aşamalar	Puan
Problemi Anlama	2
Değişkenleri Seçme	2
Modeli Kurma	2
Matematiksel Problemi Çözme	2
Çözümü Günlük Hayata Yorumlama	2
Toplam	10

Çizelge 3.6 incelendiğinde, öğretmen adayının matematiksel modelleme sürecinin tüm aşamalarından tam puan alarak toplam 10 puan aldığı görülmektedir. Öğretmen adayı problemi anlamış, problem için uygun değişkenleri (x,y ve θ) belirleyerek bunlar arasındaki ilişkiyi matematiksel olarak ifade etmiş, problemin çözümü için gereken matematiksel modeli kurarak doğru bir şekilde çözüm yapmıştır. Elde ettiği çözümde ortaya çıkan negatif işareti ise "azalma" olarak ifade ederek, çözümünü gerçek hayata uyarlamıştır. Dolayısıyla puanlama anahtarına göre bu çözüm tam puan almaktadır. Aynı sorudan tam puan alamayan öğretmen adaylarından birine ait çözüm Şekil 3.3'te verilmiştir.



Şekil 3.3 Öğretmen adaylarının cevap kâğıtlarından örnek bir çözüm

Şekil 3.3'te yer alan çözümün puanlandırılması ise aşağıdaki gibi yapılmıştır (Çizelge 3.7). Çözüm incelendiğinde, öğretmen adayının problemde verilenleri ve istenenleri doğru bir şekilde yorumladığı görülmektedir. Dolayısıyla problemi anlama basamağından 2 puan verilmiştir. Uygun değişkenleri de x, y ve θ olarak belirleyen öğretmen adayı, bir denklem oluşturarak ve o denklemde her iki tarafın tütevini alarak bir matematiksel model oluşturmaya çalışmıştır; fakat türev alırken yaptığı hata yapmıştır. Bu problemde iki farklı sonuç istenmektedir. Öğretmen adayı, açının değişim hızına ilişkin yanlış çözüm yapmış fakat üçgenin alanın değişim hızını doğru hesaplamıştır. Dolayısıyla modeli kurma ve matematiksel problemi çözme aşamalarından 1'er puan almıştır. Bulduğu sonucu, "azalma" olarak yorumlamadığından dolayı çözümü günlük hayata yorumlama aşamasından ise 0 puan verilmiştir. Ön matematiksel modelleme testinde yer alan 2. sorunun analitik dereceli puanlama anahtarına göre puanlandırılması, öğretmen adaylarının çözümleri ile örneklendirilerek ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur (EK E).

Çizelge 3.7 Analitik Dereceli Puanlama Anahtarına Göre Puanlandırma Örneği

Aşamalar	Puan
Problemi Anlama	2
Değişkenleri Seçme	2
Modeli Kurma	1
Matematiksel Problemi Çözme	1
Çözümü Günlük Hayata Yorumlama	0
Toplam	6

Öğretmen adaylarının sınıf içinde çözülen problemlere ilişkin çözüm kâğıtları, öz-değerlendirme sorularından elde edilen veriler ve araştırmacı notlarının analizi ise betimsel analiz yöntemine göre yapılmıştır. Öğretmen adaylarının, sınıf içinde yapmış oldukları matematiksel modelleme etkinliklerine ait çözümleri, 5 matematiksel modelleme aşaması doğrultusunda değerlendirilmiştir. Bunun yanında, öğretmen adaylarının öz-değerlendirme sorularına verdikleri cevaplar modelleme aşamaları doğrultusunda incelenerek, grupların çözümlerini destekleyecek şekilde doğrudan alıntılara yer verilmiştir. Ayrıca, araştırmacı tarafından tutulan günlükler değerlendirilerek araştırmanın nitel bulguları oluşturulmuştur.

BÖLÜM 4

BULGULAR

Bu bölümde yer alan bulgular, iki ana başlık altında verilmiştir. Öncelikle öğretmen adaylarının matematiksel modelleme beceri testlerinden aldıkları puanların analizi yapılarak, uygulama öncesi ve uygulama sonrası test puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı açıklanmıştır. Ayrıca bu başlık altında, betimleyici istatistikten yararlanılarak matematiksel modelleme sürecinin 5 aşamasına göre ayrı ayrı puan değerlendirmesi yapılmıştır. Ardından, ikinci ana başlıkta matematiksel modelleme sürecinin sınıf içi yansımalarından elde edilen bulgular ortaya konulmuştur. Öğretmen adaylarının sınıf içinde yapmış oldukları çözümler, öz-değerlendirme sorularına verdikleri yanıtlar ve araştırmacı günlükleri incelenerek, birinci kısımda olduğu gibi bu kısımda da her bir modelleme süreci ayrı ayrı alt başlıklar altında ele alınmıştır.

4.1. MATEMATİKSEL MODELLEME BECERİ TESTLERİNDEN ELDE EDİLEN BULGULAR

Öğretmen adaylarının ön matematiksel modelleme beceri testi ve son matematiksel modelleme beceri testi puanlarından elde edilen verilerin çözümlenmesinde SPSS 20 paket programından yararlanılmıştır.

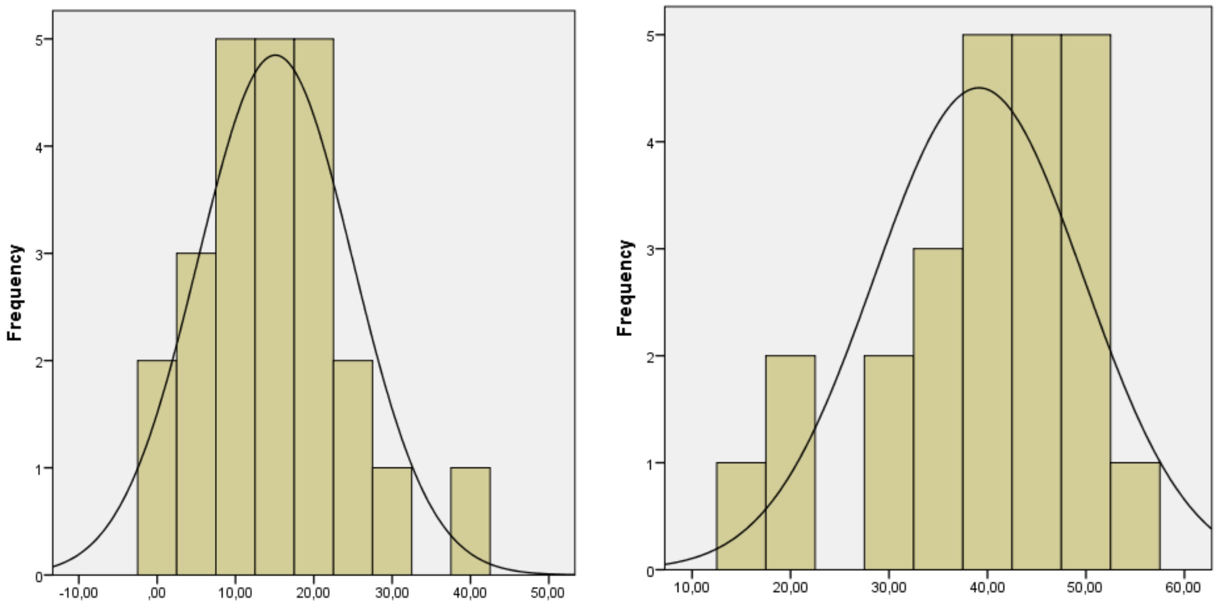
Parametrik testlerin uygulanabilmesi için sağlanması gereken iki varsayım bulunmaktadır. Bunlar; verilerin normal dağılım göstermesi ve birbirinden bağımsız olarak elde edilmiş olmasıdır (Green et al. 2000). Analizler yapılmadan önce, bu varsayımların sağlanıp sağlanmadığı araştırmacı tarafından kontrol edilmiştir.

Verilerin normal dağılıma uygun olup olmadığını belirlemek için, basıklık ve çarpıklık değerlerine bakılmıştır. Tabloda görüldüğü gibi, ÖMMBT puan farklarının basıklık değeri 0,667 ve çarpıklık değeri 0,663 tür. SMMBT puan farklarının basıklık değeri 0,032 ve çarpıklık değeri -0,885 tir.

Çizelge 4.1 Matematiksel Modelleme Beceri Test Puanlarına İlişkin Betimleyici İstatistik Sonuçları

	N	Min.	Maks.	$\bar{X}$	SS	Çarpıklık	Basıklık
Ön test	24	0	41	15,08	9,87	,633	,667
Son test	24	15	53	39,12	10,62	-,885	,032

Basıklık ve çarpıklık değerleri -1 ve 1 arasında olduğundan (George and Mallery 2003), verilerin normal dağılım gösterdiği söylenebilir. Ön ve son test puanlarına ait histogram grafikleri de verilerin normal dağılıma sahip olduğunu göstermektedir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 Ön (soldaki) ve Son (sağdaki) Matematiksel Modelleme Beceri Testi puanlarına ilişkin histogram grafikleri

Verilerin normal dağılım göstermesinin yanında, ön ve son matematiksel modelleme testlerine ilişkin veriler birbirinden bağımsız olarak elde edildiğinden, parametrik test uygulanabilmesi için gerekli varsayımların sağlandığı söylenebilir. Dolayısıyla, öğretmen adaylarının ön matematiksel modelleme beceri testi ile son matematiksel modelleme beceri testi puanlarını karşılaştırmak amacıyla, 0.05 anlamlılık düzeyinde, parametrik testlerden biri olan eş örneklemler (paired-samples) t testi yapılmıştır.

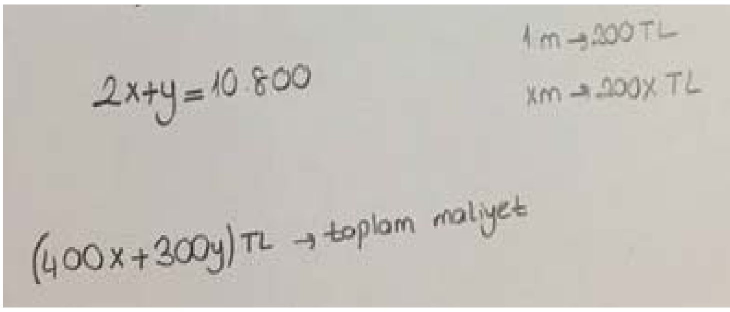
Çizelge 4.2 Ön ve Son Matematiksel Modelleme Beceri Testi Puanları Arasındaki Farkın Anlamlılık Düzeyi

	$\bar{X}$	N	Std. Sapma	T	SD	P
Ön test	15,08	24	9,872	-8,884	23	,000*
Son test	39,12	24	10,629			

*p<.05

Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerini ölçmeye yönelik uygulanan son test puanları ile ön test puanları arasında anlamlı fark bulunmuştur ($t_{(23)}$=-8,884: p<.05). Bu farkın hangi yönde olduğunu belirlemek için, ön ve son test puan ortalamaları incelenmiştir. Buna göre, öğretmen adaylarının son matematiksel modelleme beceri testi puanları ($\bar{X} = 39{,}12$) ön matematiksel modelleme beceri testi puanlarından ($\bar{X} = 15{,}08$) anlamlı derecede yüksektir. Dolayısıyla, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerinin geliştiği söylenebilir.

Örnek olarak, uygulama sonrasında test puanı artan öğretmen adaylarından $Ö_1$'in, modelleme beceri testlerinin 6. sorusundan uygulama öncesinde 5 puan alırken, uygulama sonrasında ise 9 puan aldığı görülmüştür. $Ö_1$'in ön matematiksel modelleme beceri testinde yer alan 6. probleme ait çözümü Şekil 4.2'de verilmiştir.



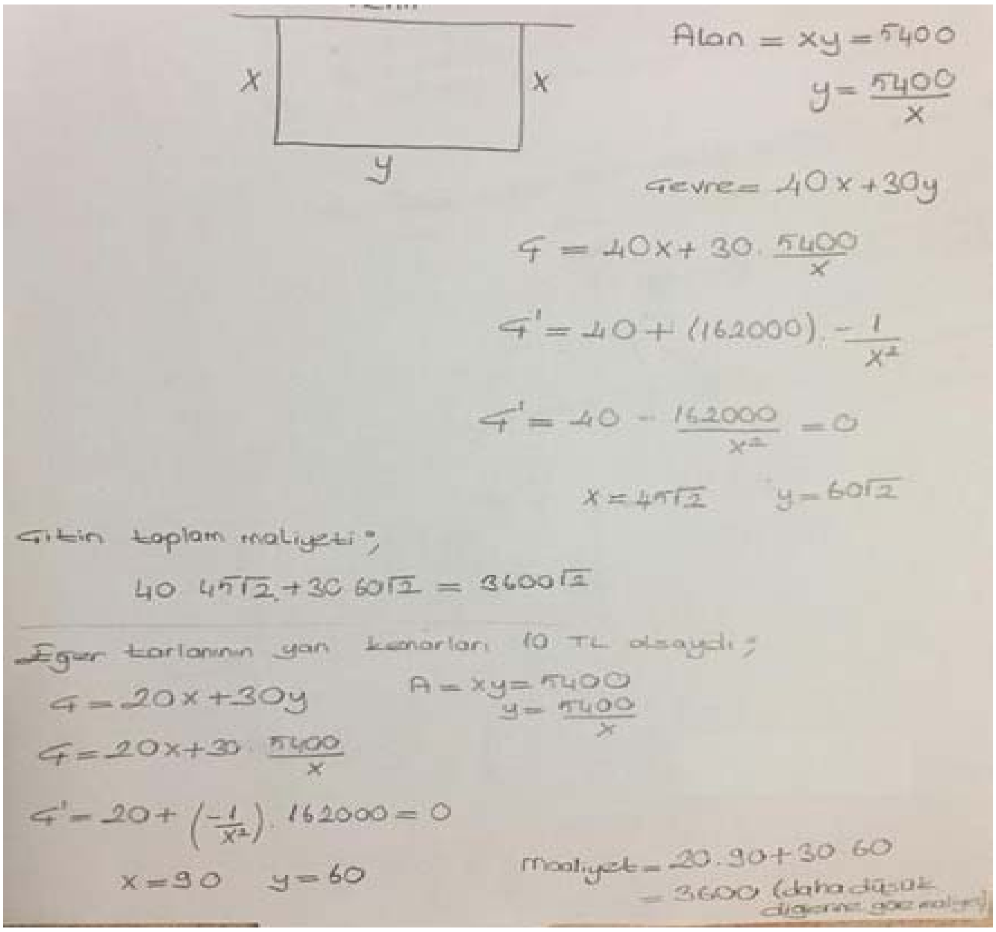
Şekil 4.2 $Ö_1$'in ön matematiksel modelleme beceri testinin 6. sorusuna ait çözümü

Şekil 4.2'de verilen çözümün analitik dereceli puanlama anahtarına göre puanlandırılması ve bu puanlandırmaya yönelik açıklamalar Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3 Ö1'in Ön Matematiksel Modelleme Beceri Testinin 6. Sorusuna İlişkin Çözümünün Puanlandırılması

Aşamalar	Puan	Açıklama
Problemi Anlama	2	Öğretmen adayı problemde verilenleri doğru bir şekilde yazmıştır; dolayısıyla problemi anlamıştır.
Değişkenleri Seçme	2	Öğretmen adayı problemi çözmek için gerekli olan değişkenleri (x ve y olarak) uygun bir şekilde belirlemiştir.
Modeli Kurma	1	Öğretmen adayı değişkenleri kullanarak denklem oluşturmaya çalışmış fakat hesapladığı toplam maliyetin türevini alarak 0'a eşitlememiş ve denklemi oluşturamamıştır. Bu yüzden bu aşamadan 1 puan almıştır.
Matematiksel Problemi Çözme	0	Öğretmen adayı problemi çözmeye yönelik hiçbir işlem yapmadığı için 0 puan almıştır.
Çözümü Günlük Hayata Yorumlama	0	Öğretmen adayı problemi çözemediği için günlük hayata yorumlama aşamasından da 0 puan almıştır.
Toplam	5	

Ö1'in son matematiksel modelleme testinin 6. sorusuna verdiği cevap Şekil 4.3'te verilmiştir.



Şekil 4.3 Ö1'in son matematiksel modelleme beceri testinin 6. sorusuna ait çözümü

Çizelge 4.4'te bu çözümün puanlandırılmasına ilişkin gerekli açıklamalara yer verilmiştir. Çizelge 4.4'e göre görüldüğü gibi, öğretmen adayının modeli kurma, matematiksel problemi çözme ve çözümü günlük hayata yorumlama basamaklarından aldıkları puanlar artış göstermiştir.

Çizelge 4.4 Ö1'in ön matematiksel modelleme beceri testinin 6. sorusuna ait çözümünün puanlandırılması

Aşamalar	Puan	Açıklama
Problemi Anlama	2	Öğretmen adayı problemi tamamen doğru bir şekilde anlamıştır.
Değişkenleri Seçme	2	Uygun değişkenleri (x ve y olarak) belirlemiştir.
Modeli Kurma	2	Öğretmen adayı bu problem için bir model olan denklemi uygun bir şekilde oluşturmuştur.
Matematiksel Problemi Çözme	2	Öğretmen adayı uygun adımları izleyerek problemin sonucunu sayısal olarak ifade etmiştir.
Çözümü Günlük Hayata Yorumlama	1	Öğretmen adayı yalnızca maliyetin azaldığı yorumunu yapmış, tarlanın boyutlarının nasıl değiştiğini yorumlamamıştır. Dolayısıyla bu aşamdan 1 puan almıştır.
Toplam	9	

4.1.1. Toplam Puanların Matematiksel Modelleme Süreçleri Doğrultusunda Değerlendirilmesi

Bu bölümde, öğretmen adaylarının testlerden aldıkları toplam puanlar, matematiksel modelleme süreçleri bakımından değerlendirilmiştir. Matematiksel Modelleme Dereceli Puanlama Anahtarı'na göre, her iki testten alınabilecek maksimum puan 60 olmak üzere, toplam 5 matematiksel modelleme basamağının her birinden alınabilecek en yüksek puan 12, en düşük puan ise 0'dır. Öğretmen adaylarının bu süreçlerdeki gelişimini göstermek için, aşağıda her bir sürece ilişkin başlık altında betimleyici istatistikten yararlanılarak açıklama yapılmıştır.

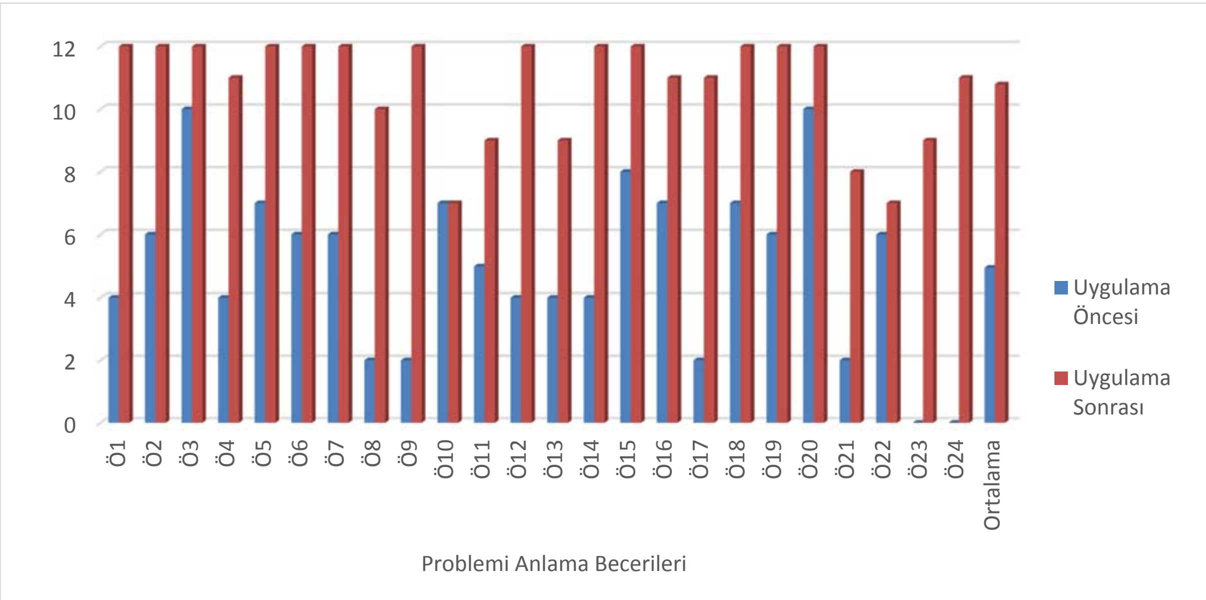
4.1.1.1. Problemi Anlama Basamağından Alınan Toplam Puanlara İlişkin Bulgular

İlk olarak, öğretmen adaylarının her bir problemin matematiksel modelleme sürecinin ilk basamağı olan problemi anlama basamağından aldıkları puanlar toplanarak, elde edilen puanların minimum, maksimum ve ortalama değerleri Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5 Öğretmen Adaylarının Problemi Anlama Basamağından Aldıkları Toplam Puanlara İlişkin Veriler

	N	Minimum	Maksimum	M
Ön test	24	0	10	4,96
Son test	24	7	12	10,79

Öğretmen adayların ön matematiksel modelleme beceri testinde problemi anlama basamağından aldıkları puanların en düşüğü 0, en yükseği ise 7'dir. Buna karşın son matematiksel modelleme beceri testinden alınan en düşük puan 10 iken, en yüksek puanın ise 12 olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, iki teste ait ortalama puanlar karşılaştırıldığında, son matematiksel modelleme beceri testinde öğretmen adaylarının puan ortalamalarının yaklaşık olarak 2 katına çıktığı görülmektedir. Daha detaylı bir analiz için, her bir öğretmen adayının ön ve son matematiksel modelleme beceri testlerinin problemi anlama basamağından aldıkları puanlar aşağıdaki grafikte verilmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4 Öğretmen adaylarının ön ve son matematiksel modelleme beceri testlerinin problemi anlama basamağından aldıkları puanları gösteren grafik

Şekil 4.4 incelendiğinde, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerinin, problemi anlama basamağı doğrultusunda geliştiği söylenebilir. Yalnızca bir öğretmen adayı hariç tüm öğretmen adaylarının uygulama sonrası aldıkları puanların, uygulama öncesine göre yükseldiği görülmektedir. Buna karşın yalnızca bir öğretmen adayının, problemi anlama basamağından aldığı puanın uygulama sonrasında sabit kaldığı görülmektedir. Bu basamağa ait ortalama puanın uygulama sonunda 2 katına yükseldiği grafikte de açıkça görülmektedir. Dolayısıyla, öğretmen adaylarının problemi anlama basamağına ilişkin becerilerinde gelişme olduğu söylenebilir.

4.1.1.2. Değişkenleri Seçme Basamağından Alınan Toplam Puanlara İlişkin Bulgular

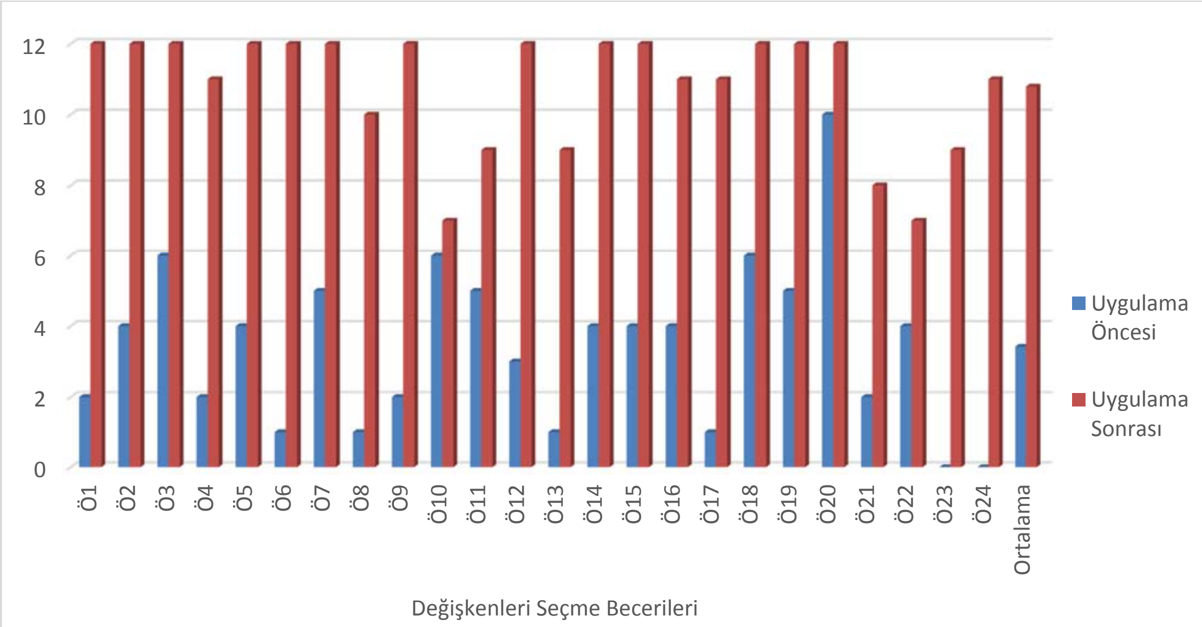
Matematiksel modelleme sürecinin ikinci aşaması olan değişkenleri seçme basamağına yönelik yapılan betimleyici istatistik sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.6'da gösterilmektedir.

Çizelge 4.6 Öğretmen Adaylarının Değişkenleri Seçme Basamağından Aldıkları Toplam Puanlara ilişkin Veriler

	N	Minimum	Maksimum	M
Ön test	24	0	5	3,42
Son test	24	7	12	10,42

Çizelge 4.6'da görüldüğü gibi, öğretmen adaylarının ön matematiksel modelleme beceri testinde değişkenleri seçme basamağından aldığı puanların minimum değeri 0, maksimum değeri ise 5'tir. Buna karşın, son matematiksel modelleme beceri testinde, bu basamaktan sıfır puan alan öğretmen adayı bulunmamakla birlikte, en düşük puanın 5, en yüksek puanın ise 12 tam puan olduğu görülmektedir. Bununla birlikte ön matematiksel modelleme beceri testinde öğretmen adaylarının puan ortalamaları 3,42 iken, son matematiksel modelleme beceri testinde 10,42'ye yükseldiği görülmektedir. Dolayısıyla, öğretmen adaylarının değişkenleri seçme konusundaki becerilerinde olumlu yönde bir değişim olduğu söylenebilir.

Öğretmen adaylarının, değişkenleri seçme basamağına ilişkin ön ve son test puanları, aşağıdaki grafikte sunulmuştur (Şekil 4.5).



Şekil 4.5 Öğretmen adaylarının ön ve son matematiksel modelleme beceri testlerinin değişkenleri seçme basamağından aldıkları puanları gösteren grafik

Yukarıdaki grafiğe göre, tüm öğretmen adaylarının değişkenleri belirleme basamağına ilişkin puanlarında uygulama sonrası artış olduğu göze çarpmaktadır. Bunun yanında sınıf ortalamasının yaklaşık 3 katına çıktığı da açıkça görülmektedir. Dolayısıyla, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerinde, değişkenleri belirleme açısından da gelişim olduğu söylenebilir.

4.1.1.3. Modeli Kurma Basamağından Alınan Toplam Puanlara İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının ön ve son matematiksel modelleme beceri testlerinden aldıkları toplam puanlar matematiksel modelleme sürecinin üçüncü aşaması olan modeli kurma basamağı doğrultusunda incelenerek Çizelge 4.7 oluşturulmuştur.

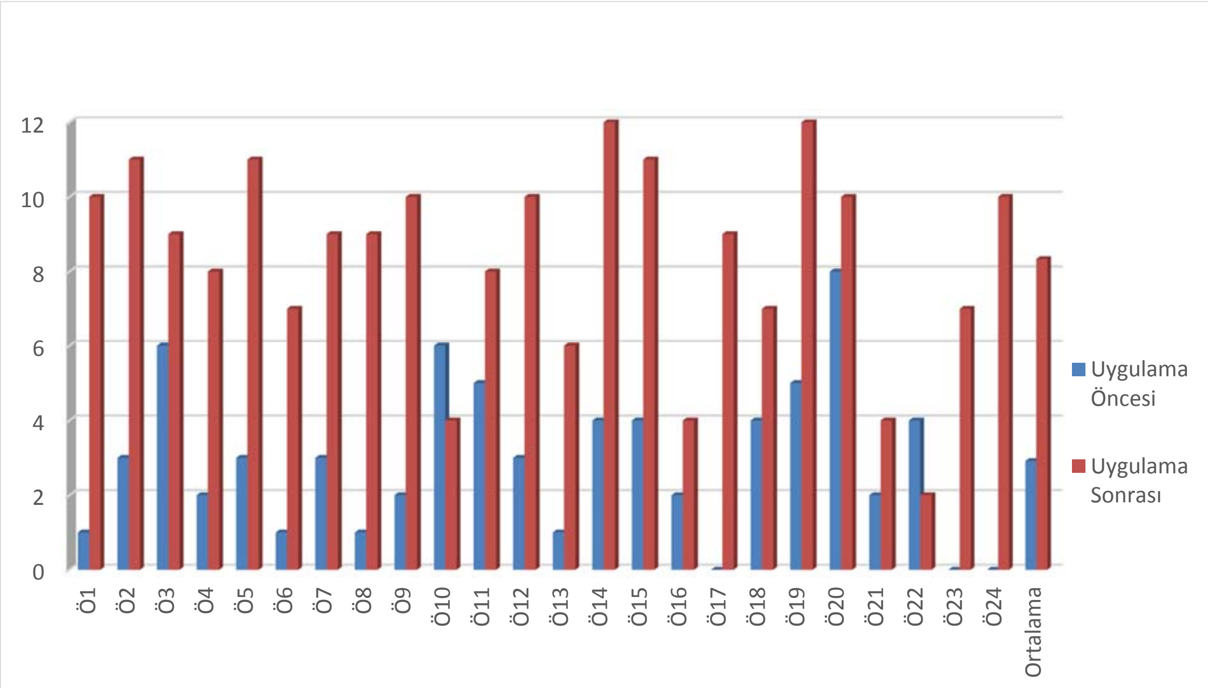
Çizelge 4.7 Öğretmen Adaylarının Modeli Kurma Basamağından Aldıkları Toplam Puanlara İlişkin Veriler

	N	Minimum	Maksimum	M
Ön test	24	0	8	2,92
Son test	24	2	12	8,33

Çizelge 4.7 incelendiğinde, öğretmen adaylarının puan ortalamalarında artış olduğu görülmektedir. Ön matematiksel modelleme beceri testinde puan ortalaması 2,92 iken, son

matematiksel modelleme beceri testinde yaklaşık 8,33'e yükselmiştir. Ayrıca, ön matematiksel modelleme beceri testinde modeli kurma basamağından alınan en yüksek puan 8 iken son matematiksel modelleme beceri testinden alınan en yüksek puanın 12 tam puan olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, ön matematiksel modelleme beceri testinde bu basamaktan 0 puan alan öğretmen adayları bulunurken, son matematiksel modelleme beceri testinden alınan minimum puanın 2 olduğu görülmektedir.

Öğretmen adaylarının her birinin ön ve son matematiksel modelleme beceri testlerinin modeli kurma aşamasından aldıkları puanların karşılaştırılmasını açıkça görebilmek amacıyla aşağıdaki grafik oluşturulmuştur (Şekil 4.6). Uygulama sonrasında, yalnızca 2 öğretmen adayının modeli kurma basamağına ilişkin puanları azalırken, 22 öğretmen adayının puanlarında artış olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının bu basamağa ilişkin puan ortalamalarının uygulama sonrasında yaklaşık 3 katına yükseldiği görülmektedir. Dolayısıyla, öğretmen adaylarının modeli kurma konusundaki becerilerinde uygulama sonucunda gelişme olduğu söylenebilir.



Şekil 4.6 Öğretmen adaylarının ön ve son matematiksel modelleme beceri testlerinin modeli kurma basamağından aldıkları puanları gösteren grafik

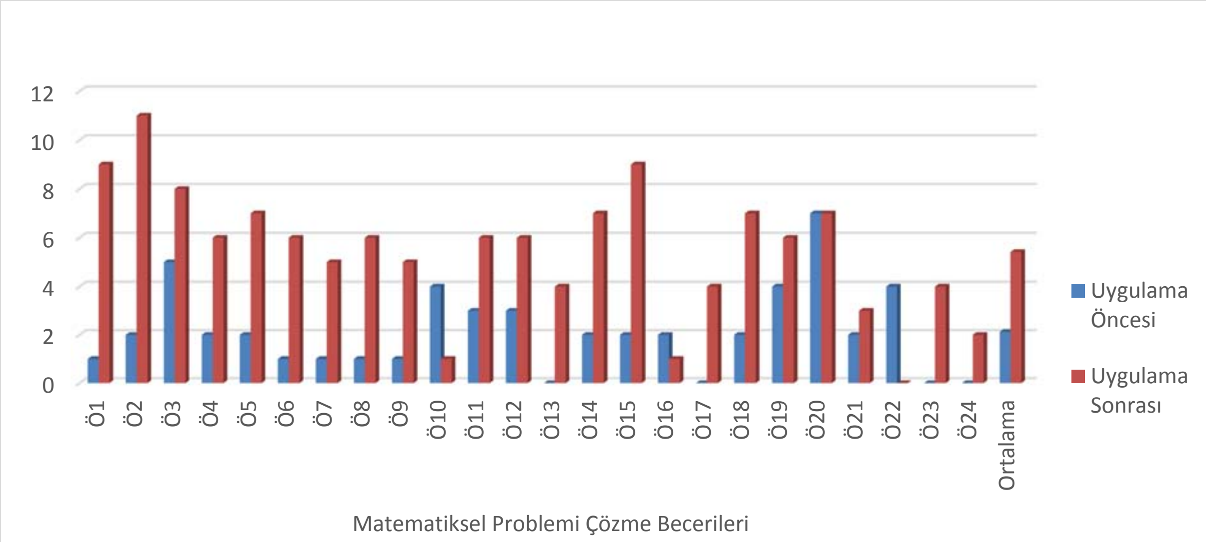
4.1.1.4. Matematiksel Problemi Çözme Basamağından Alınan Toplam Puanlara İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının matematiksel problemi çözme basamağından almış olduğu puanlara ait maksimum, minimum ve ortalama değerleri aşağıda verilmiştir (Çizelge 4.8). Her iki testten de alınan en düşük puan 0 iken, ön matematiksel modelleme beceri testinden alınan en yüksek puanın 7, son matematiksel modelleme beceri testinden alınan en yüksek puanın ise 11 olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının testlerden almış oldukları puanların ortalaması incelendiğinde, son matematiksel modelleme beceri testine ait puan ortalamasının ön matematiksel modelleme beceri testine ait puan ortalamasının yaklaşık 2,5 katı olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.8 Öğretmen Adaylarının Matematiksel Problemi Çözme Basamağından Aldıkları Toplam Puanlara İlişkin Veriler

	N	Minimum	Maksimum	M
Ön test	24	0	7	2,13
Son test	24	0	11	5,42

Şekil 4.7'de yer alan grafik, öğretmen adaylarının uygulama öncesinde ve sonrasında, matematiksel problemi çözme basamağından aldıkları puanları göstermektedir. Buna göre, 20 öğretmen adayının uygulama sonrası puanlarında artış olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, 3 öğretmen adayının puanları uygulama sonrasında düşmüş olup, 1 öğretmen adayının ise uygulama öncesi ve sonrası puanları birbirine eşittir. Öğretmen adaylarının puan ortalamalarının uygulama sonrasında yaklaşık 2.5 katına yükseldiği de grafikte görülmektedir. Bu da, öğretmen adaylarının matematiksel problemi çözme becerilerinde olumlu yönde değişim olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.7 Öğretmen adaylarının ön ve son matematiksel modelleme beceri testlerinin matematiksel problemi çözme basamağından aldıkları puanları gösteren grafik

4.1.1.5. Çözümü Günlük Hayata Yorumlama Basamağından Alınan Toplam Puanlara İlişkin Bulgular

Moscardini (1989) tarafından yapılan matematiksel modelleme tanımında da ifade edildiği gibi, öğretmen adaylarının elde ettikleri sonuçları günlük hayata yorumlamaları beklenmektedir. Öğretmen adaylarının çözümleri matematiksel modelleme sürecinin son aşaması olan çözümü günlük hayata yorumlama basamağı doğrultusunda incelenerek, Çizelge 4.9'da bu basamaktan alınan puanların maksimum, minimum ve ortalama değerleri verilmiştir.

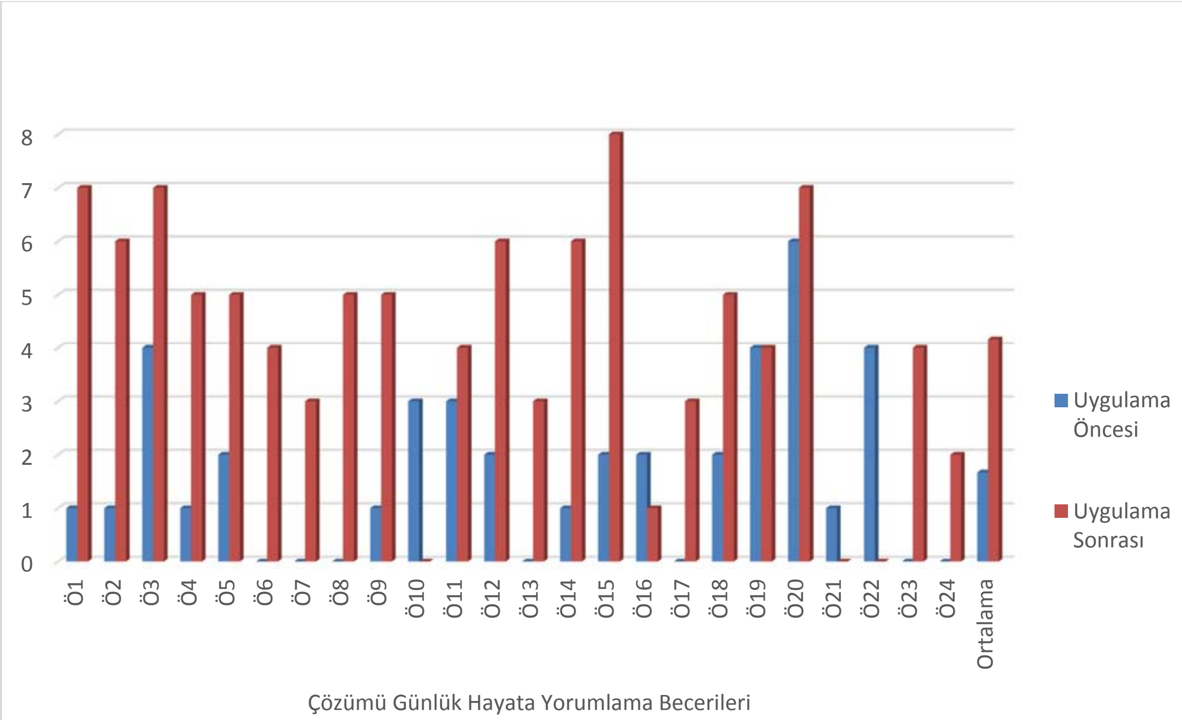
Çizelge 4.9 Öğretmen Adaylarının Çözümü Günlük Hayata Yorumlama Basamağından Aldıkları Toplam Puanlara ilişkin Veriler

	N	Minimum	Maksimum	M
Ön test	24	0	6	1,67
Son test	24	0	8	4,17

Çizelge 4.9 incelendiğinde, her iki testten de alınan en düşük puanın 0 olduğu göze çarpmaktadır. Ön matematiksel modelleme beceri testinden alınan en yüksek puan 6 iken, son matematiksel modelleme beceri testinden alınan en yüksek puanın 8 olduğu görülmektedir.

Ayrıca, öğretmen adaylarının çözümü günlük hayata yorumlama basamağına ait puan ortalamalarının son matematiksel modelleme beceri testinde yükseldiği görülmektedir.

Öğretmen adaylarının çözümü günlük hayata yorumlama becerilerindeki gelişim Şekil 4.8'de verilen grafikte de görülmektedir. 19 öğretmen adayının çözümü günlük hayata yorumlama aşamasından aldığı puan uygulama sonrasında artmış olup, 4 öğretmen adayının azalmış, 1 öğretmen adayının ise sabit kalmıştır. Bunun yanında, tüm sınıfın ortalaması incelendiğinde, puan ortalamasının uygulama sonrasında yaklaşık 2.5 katına yükseldiği de grafikte açıkça görülmektedir. Buna göre, öğretmen adaylarının çözümü günlük hayata yorumlama becerilerinde gelişme olduğu söylenebilir.



Şekil 4.8 Öğretmen adaylarının ön ve son matematiksel modelleme beceri testlerinin çözümü günlük hayata yorumlama basamağından aldıkları puanları gösteren grafik

Özetle, eş örneklemler t testinden elde edilen sonuca göre, öğretmen adaylarının son matematiksel modelleme beceri testinden aldıkları puanlar ön matematiksel modelleme beceri testinden aldıkları puanlardan anlamlı derecede yüksektir. Dolayısıyla, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerinde gelişme olduğu söylenebilir. Bunun yanında, öğretmen adaylarının her bir modelleme sürecinden aldıkları puanlar ayrı ayrı ele alındığında, her bir basamağa ilişkin puan ortalamalarında da artışlar olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, uygulama sonunda öğretmen adaylarının matematiksel problemi çözme ve çözümü günlük hayata yorumlama basamağından almış oldukları puanlarda artış söz konusudur fakat yine de öğretmen adaylarının bu basamaklara ilişkin puan ortalamalarının uygulama sonunda da yeterli düzeyde olmadığı söylenebilir. Çizelge 4.10'da her bir modelleme aşamasına ilişkin puan ortalamaları birlikte sunulmuştur. Modelleme aşamaları ilerledikçe, öğretmen adaylarının ilgili basamağa yönelik puan ortalamalarının azaldığı görülmektedir.

Çizelge 4.10 Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Aşamalarına İlişkin Puan Ortalamaları

Modelleme Aşaması	$M_{Ö}$	M_{S}
Problemi Anlama	4,96	10,79
Değişkenleri Seçme	3,42	10,42
Modeli Kurma	2,92	8,33
Matematiksel Problemi Çözme	2,13	5,42
Çözümü Gerçek Hayata Yorumlama	1,67	4,17

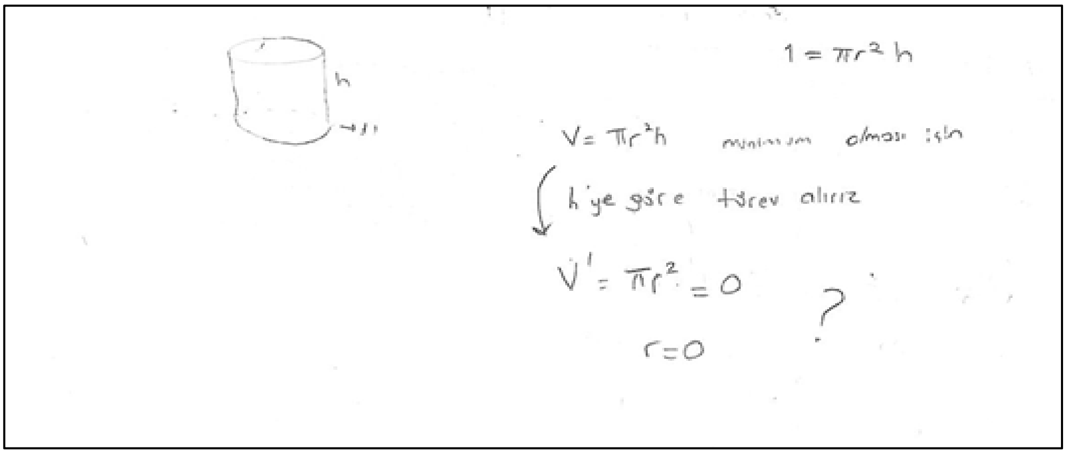
4.2. MATEMATİKSEL MODELLEMEYE DAYALI YAPILAN ÖĞRETİM SÜRECİNDEN YANSIMALAR

Bu kısım, öğretmen adaylarının 10 haftalık matematiksel modelleme etkinlikleri süreci boyunca yaptıkları çözümler ve yapılan öz-değerlendirmelerin incelenmesi ile oluşturulmuştur ve araştırmanın nitel bulgularını oluşturmaktadır. Birinci alt probleme ilişkin bulgularda, öğretmen adaylarının her bir modelleme sürecine ilişkin gelişme gösterdiği sayısal veriler ile ortaya konulmuştu. Bu kısımda ise, araştırmanın nicel bulgularına derinlik katmak amacıyla, matematiksel modelleme sürecinin sınıf içi yansımaları değerlendirilmiştir.

4.2.1. Sınıf İçinde Yapılan Çözümlerin Problemi Anlama Basamağı Doğrultusunda Değerlendirilmesi

Bu bölümde, öğretmen adaylarının yapılan etkinliklere yönelik yapmış oldukları çözümler, öz-değerlendirme sorularına verdikleri yanıtlar ve araştırmacı günlükleri matematiksel modelleme sürecinin ilk basamağı olan "problemi anlama" doğrultusunda değerlendirilmiştir.

Öğretmen adaylarının çözüm kâğıtları, öz-değerlendirme sorularına verdikleri cevaplar ve araştırmacı günlüklerinden elde edilen veriler ışığında, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme sürecinin ilk basamağı olan "problemi anlama" basamağında birtakım güçlükler yaşadığı gözlemlenmiştir. Matematiksel modelleme ile öğretim sürecinin özellikle ilk haftalarında, öğretmen adaylarının çoğunluğunun problemlere yorum getiremeyip boş kâğıt verdikleri, ardından verilen öz-değerlendirme formlarına da problemi anlayamadıkları veya yorumlayamadıklarına yönelik cevaplar verdikleri görülmüştür. Örnek olarak, ilk hafta yapılan "Ürün Tasarımı" etkinliğine ilişkin bulgular göz önünde bulundurulduğunda, öğretmen adaylarının çoğunluğunun problemi anlamlandıramadığı göze çarpmaktadır. Problemde, hacmi verilen bir kutunun maliyetinin en az olması için boyutlarının ne olması gerektiğinin belirlenmesi istenmektedir. Grupların hiç birinin, yüzey alanı üzerinden gitmediği, zaten problemde verilmiş olan hacim değerini minimum yapmaya çalıştıkları gözlenmiştir. Bu duruma örnek olarak, Mostar Grubu'nun yapmış olduğu çözüm Şekil 4.9'da verilmiştir.

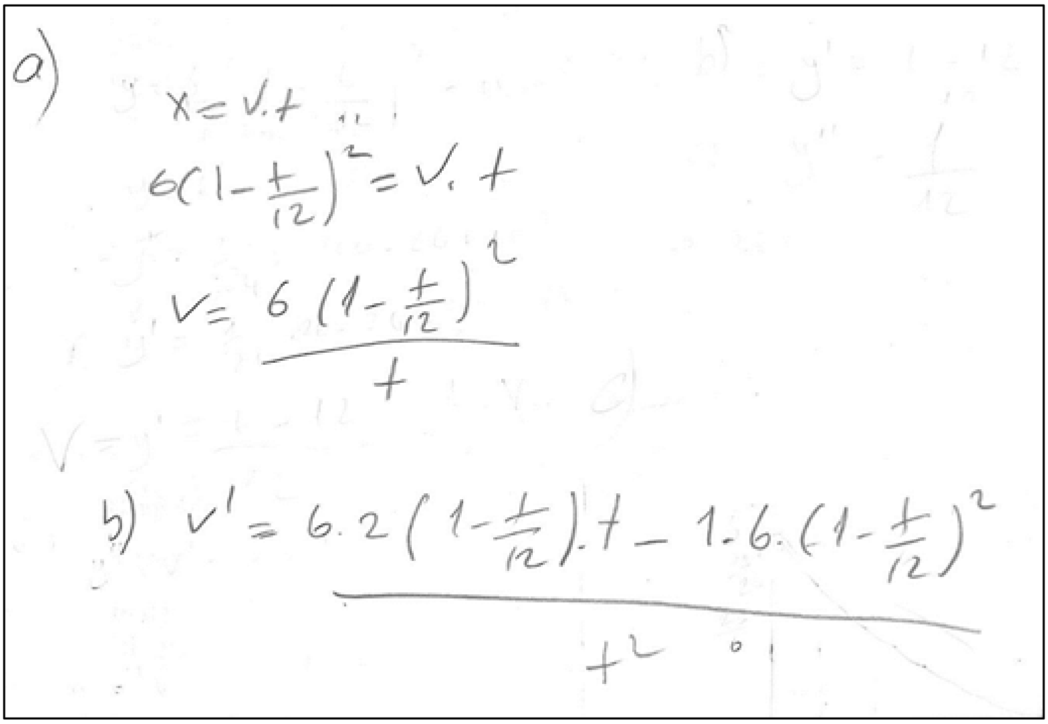


Şekil 4.9 Mostar Grubu'nun Ürün Tasarımı etkinliğine yönelik çözümü

Görüldüğü gibi Mostar Grubu, hacmi minimum yapmaları gerektiğini düşünerek problemi çözmeye çalışmışlardır. Sonucunda yarıçapı, bu problem için anlamsız bir değer olan "0" bulmuşlardır ve dolayısıyla çözümlerini devam ettirememişlerdir. Bu probleme ilişkin yapılan öz-değerlendirmede Mostar Grubu, *"Biz problemi anlayamamışız. Malzeme için yüzey alanını düşünmemiz gerekirken, biz hacmi minimum yapmaya çalıştık."* şeklinde açıklamada bulunmuşlardır. Buradan, Mostar Grubunun problemi anlayamadığı görülmektedir.

İkinci hafta yapılan etkinliklerden biri olan "Göl Kirliliği" etkinliğinin de öğretmen adayları tarafından anlaşılmadığı görülmüştür. Öğretmen adaylarının hiç biri problemin doğru sonucuna ulaşamamış, büyük çoğunluğunun problemi anlayamadığı için çözemedikleri görülmüştür. Öğretmen adaylarının öz-değerlendirme formunda yer alan "Problemi çözerken (eğer varsa) karşılaşmış olduğunuz zorluklar nelerdir?” sorusuna vermiş oldukları yanıtların bir kısmının, *“Soru fazla uzundu, anlamakta zorlandık.”, “Soru çok uzun ve karışıktı, anlayamadık.”, “Problemin mantığını kurmada zorlandık.”, “Problemi anlayamadık.”* şeklinde olduğu görülmüştür. Bu cevaplar, öğretmen adaylarının problemin çok uzun ve anlaşılmaz olduğu düşüncesine sahip olduklarını göstermektedir. Renkli Düşünceler grubu ise “*“Denklem kuramadık, problemdeki sayılar çok virgüllü ve kafa karıştırıcıydı.”* şeklinde ifadelere yer vermiştir. Bu ifadeler, problemdeki sayıların ondalık olmasının öğretmen adaylarının problemi anlamaya yönelik zorluk yaşamalarına ve kafa karışıklığı yaşamalarına yol açtığını göstermektedir. Dolayısıyla, öğretmen adaylarının uzun cümlelerden oluşan ve ondalık sayılar içeren bir günlük yaşam problemini matematiksel olarak yorumlamakta zorlandığı söylenebilir.

Üçüncü hafta yapılan ve türev konusuna ilişkin “Tank Boşaltımı” etkinliği de öğretmen adaylarının “problemi anlama” basamağına yönelik en çok zorlandıkları etkinliklerden biri olarak göze çarpmaktadır. Öğretmen adaylarının, öz-değerlendirme formunun ikincisi sorusuna verdikleri cevaplar genel olarak *“Soruyu yorumlarken hata yaptık ve işlem hatamız oldu.”, “Soruyu anlamakta zorlandık.”, “Problemi anlamakta zorlandık.”*, *“Değişim hızı sorulduğunda türev almamız gerektiğini anlamlandıramadık.”* şeklinde olmuştur. Bu cevaplardan anlaşıldığı gibi, öğretmen adayları problemi anlayamamış ve dolayısıyla problemin ardındaki matematiksel kavramın türev olduğunun farkına varamamışlardır. Problemi anlamayan gruplardan biri olan Şah Mat Grubu’nun bu probleme ait yapmış olduğu çözüm şekildeki gibidir (Şekil 4.10).

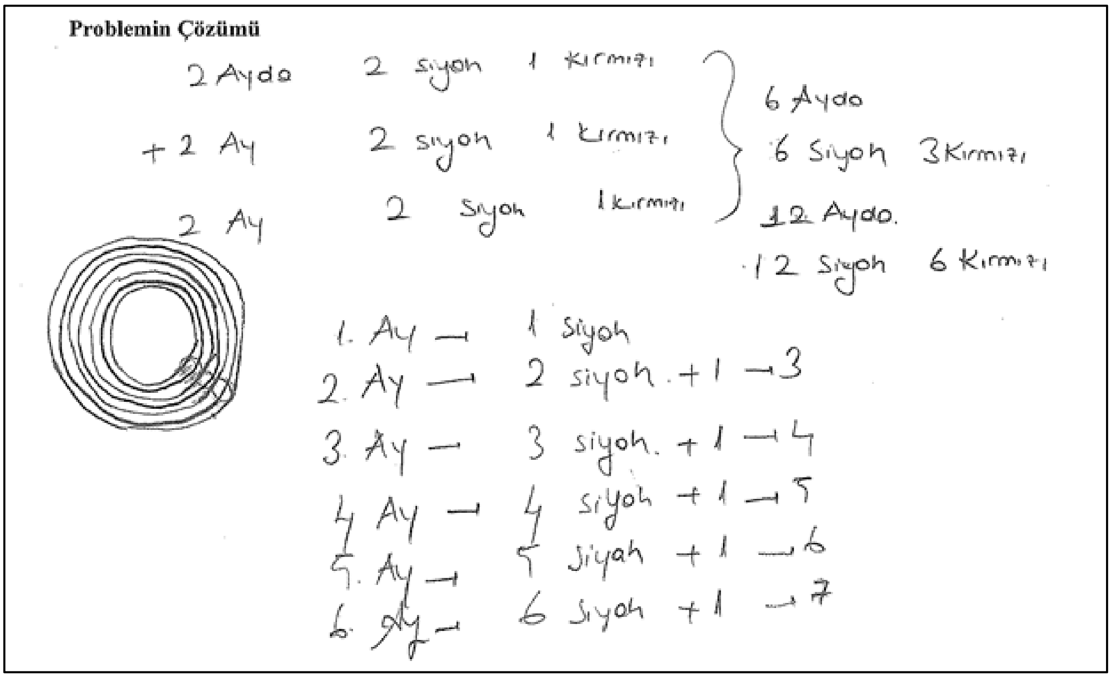


Şekil 4.10 Şah Mat Grubu'nun Tank Boşaltımı etkinliğine yönelik çözümü

Görüldüğü gibi Şah Mat Grubu, problemdeki "suyun akma hızını" yorumlayamamış, "en yavaş" ve "en hızlı" aktığı anları "ivme" ile ilişkilendirememişlerdir. Dolayısıyla çözümlerini devam ettiremedikleri görülmektedir.

Dördüncü hafta, "problemi anlama" konusundaki zorlukların, ilk üç haftaya oranla azaldığı görülmektedir. İlk üç hafta yapılan etkinliklerde, öğretmen adaylarının problemi yanlış anlamalarından veya anlayamamalarından kaynaklanan zorlukların, dördüncü hafta grup arkadaşları ile tartışmaları sonucunda üstesinden daha kolay gelindiği görülmüştür. Örnek olarak, dördüncü hafta "Mutlak Yakınsaklık" etkinliğine yönelik yapılan öz-değerlendirmelerde, öğrencilerin vermiş oldukları cevaplardan bazıları şöyle olmuştur olmuştur: *"Soruyu başlangıçta grup arkadaşım yanlış anladı. Benim yönlendirmemle doğru çözüme ulaştık."*, *"Problemi ilk önce anlayamadım. Grup arkadaşımla fikir alışverişinde bulunarak doğru düşünceye ulaştık."* Görüldüğü gibi, dördüncü hafta yapılan etkinliğe yönelik yalnızca iki grup problemi anlama konusunda başlangıçta zorluk yaşamış, grup arkadaşları ile fikir alışverişinde bulunarak üstesinden gelerek doğru çözüme ulaşmışlardır. Buradan, yapılan grup çalışmasının öğretmen adaylarının matematiksel modelleme problemlerini çözme süreçlerini olumlu yönde etkilediği söylenebilir.

Beşinci hafta yapılan ve dizi ve seriler konusuyla ilişkili olan “Yaş Halkaları” etkinliğine yönelik çözümler incelendiğinde, yalnızca Mer-Mes grubunun problemi yanlış anlamalarından dolayı, yanlış çözüm yoluna gittikleri görülmüştür. Mer-Mes grubuna ait çözüm aşağıda verilmiştir (Şekil 4.11).



Şekil 4.11 Mer-Mes Grubu’nun Yaş Halkaları etkinliğine yönelik çözümü

Bu çözümle ilgili olarak, Mer-Mes Grubu’nun öz-değerlendirme formunda yer alan “Grubunuzla birlikte problem çözme sürecini açıklayınız. (Yanlış da olsa farklı düşünce yollarınızı belirtiniz.)” sorusuna vermiş oldukları yanıt şöyledir: *“Soruyu yanlış anlamışız. İlk önce sürekli farklı halka grupları oluşacak sanmıştım. Daha sonra grup arkadaşımla birlikte öyle olmadığına karar verdik. Bütün siyah halkaları ikiye bölecek şekilde değil, sadece en dıştaki halkayı ikiye bölecek şekilde bir kırmızı halka oluşacak diye düşündük.”* Dolayısıyla, Mer-Mes Grubunun problemde verilen bilgiyi yanlış yorumlaması, problemin doğru cevabını bulamamalarına sebep olduğu söylenebilir. Problemin doğru çözümünü bulan gruplardan biri olan Çalışmayan Dahiler Grubunun bu etkinliğe ilişkin yapılan öz-değerlendirmede *“Başlangıçta kırmızı ve siyah halka sayılarını 12 ve 13 olarak hesapladık. Daha sonra grup arkadaşım problemi yeniden okudu ve yanlış anladığımızı fark ettik. Sonrasında uygun diziyi oluşturarak problemin doğru çözümüne ulaştık.”* ifadelerini kullanmışlardır. Buradan, matematiksel problemi çözme aşamasında hata yapan öğretmen adaylarının yeniden modelleme sürecinin ilk basamağı olan problemi anlama aşamasına geri dönüş yaptığı söylenebilir.

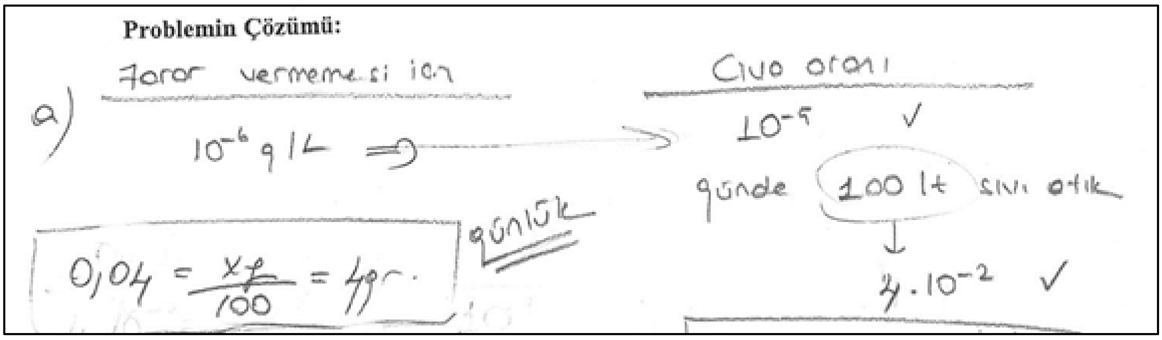
Öğretmen adaylarının problemi anlama basamağına ilişkin yaşadıkları sorunlar araştırmacı tarafından tutulan günlük notlara şu ifadelerle yansımıştır: *"…Uygulamanın ilk haftasında öğretmen adayları problemlerin uzun ve karmaşık olduğunu ifade ederek problemlere karşı önyargılı yaklaştılar, çözemeyeceklerini düşündüler ve bu da matematiksel modelleme sürecini olumsuz etkiledi…"* Bu ifadeler, öğretmen adaylarının verilen problemleri anlamlandırmada güçlük yaşadıklarını ve yaşanan bu zorlukların modelleme sürecini olumsuz etkilediğini göstermektedir. Bunun yanında, öğretmen adaylarının problemlerin uzun ve anlaşılmaz olduğunu ifade ettikleri görülmektedir. Bu bulgular, yapılan öz-değerlendirmeler ve sınıf içi çözümlerden elde edilen bulguları desteklemektedir. İlerleyen haftalarda ise problemi anlama konusunda yaşanan problemlerin azaldığını ifade eden günlük not ise şu şekildedir: *"Artık problemi anlama konusunda zorluk yaşayan grup sayısı ilk haftalara göre azaldı. Öğretmen adayları uzun olan problemlere alıştılar. Grup arkadaşları ile tartışarak problemlerin üstesinden gelebiliyorlar."* Bu notlar, öğretmen adaylarının uygulamanın ilk haftalarında, matematiksel modelleme problemlerini anlamakta güçlük çektiğini, fakat zaman ilerledikçe bu zorlukların üstesinden geldiklerini göstermektedir. Bunun yanı sıra, yapılan grup çalışmasının modelleme sürecine katkı sağladığını göstermektedir. Dolayısıyla, araştırmacının notları öz-değerlendirme sorularından elde edilen bulguları destekler niteliktedir.

Problemi anlayamayan öğretmen adaylarının, uygun değişkenleri belirleyebilmesi, matematiksel bir model oluşturabilmesi ve problemi çözebilmesinin mümkün olmadığı ve dolayısıyla problemi anlama aşamasının diğer aşamalara geçişte önemli olduğu söylenebilir. Dolayısıyla, ilk üç hafta sıklıkla gözlenen öğretmen adaylarının "problemi anlama" basamağındaki başarısızlıkları diğer aşamalara geçişlerini de olumsuz etkilemiştir. Dördüncü haftadan itibaren, öğrencilerin çözümleri ve öz-değerlendirme sorularına verdikleri yanıtlar incelendiğinde, problemi anlamama durumunun ortadan kalktığı görülmektedir. Problemi çözemeyen öğretmen adaylarının, problemleri çözememelerinin nedeni olarak "problemi anlayamama" değil, matematiksel modelleme sürecinin diğer basamaklarına ilişkin zorlukların ortaya çıkmaya başladığı görülmüştür. İlerleyen bölümlerde, diğer basamaklara ilişkin bulgulara ayrıntılı olarak yer verilecektir.

4.2.2. Sınıf İçinde Yapılan Çözümlerin Değişkenleri Seçme Basamağı Doğrultusunda Değerlendirilmesi

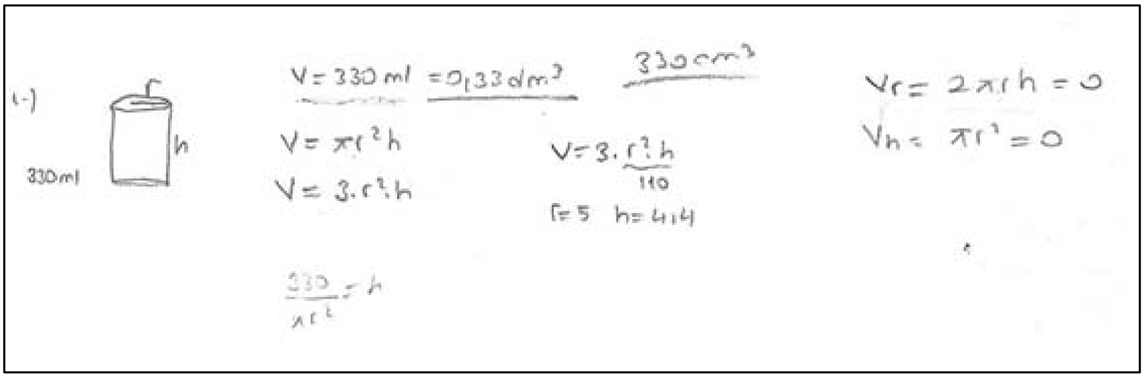
Bu bölümde, öğretmen adaylarının yapılan etkinliklere yönelik yapmış oldukları çözümler, öz-değerlendirme sorularına verdikleri yanıtlar ve araştırmacı günlükleri matematiksel modelleme sürecinin ikinci basamağı olan “değişkenleri seçme” doğrultusunda değerlendirilmiştir.

Öncelikle yapılan bütün etkinliklere ait öğretmen adaylarının çözümleri incelendiğinde, grupların büyük çoğunluğunun, problemleri görselleştirmek amacıyla şekil çizdikleri ve probleme ilişkin değişkenleri şekil üzerinde göstererek belirlemeye çalıştıkları görülmüştür. İlk haftalarda yapılan etkinliklerde öğretmen adaylarının problemi anlama konusunda yaşadıkları güçlükler, değişkenleri seçme aşamasında da zorluk yaşamalarına yol açmıştır. Örneğin, ikinci hafta yapılan “Göl Kirliliği” etkinliğine yönelik Mer-Mes grubunun çözüm kâğıdı Şekil 4.12’de verilmiştir. Görüldüğü üzere, Mer-Mes Grubu, gün sayısını bir değişken olarak belirlememiş, dolayısıyla çözümlerini devam ettirememiş ve bir sonraki basamak olan “modeli kurma” aşamasına geçememişlerdir.



Şekil 4.12 Mer-Mes Grubu’nun Göl Kirliliği etkinliğine yönelik çözümü

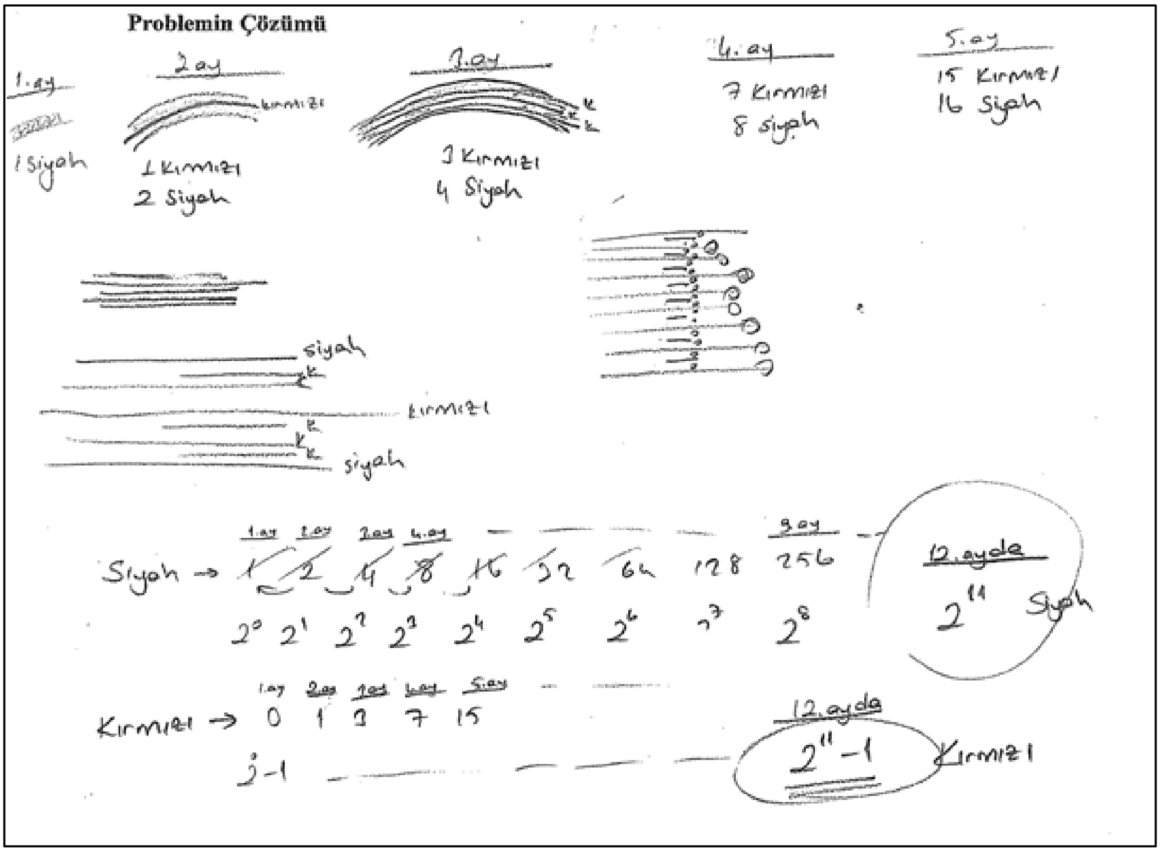
İlerleyen haftalarda da değişkenleri seçme konusunda yaşanan zorluklar devam etmiştir. Beşinci hafta yapılan “Meyve Suyu Ambalajı” etkinliğine verilen cevaplar doğrultusunda, bazı grupların uygun değişkenleri belirleme konusunda problem yaşadıkları dikkat çekmektedir. Örnek olarak Mostar Grubu’nun yapmış olduğu çözüm aşağıda verilmektedir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13 Mostar Grubu’nun Meyve Suyu Ambalajı etkinliğine yönelik çözümü

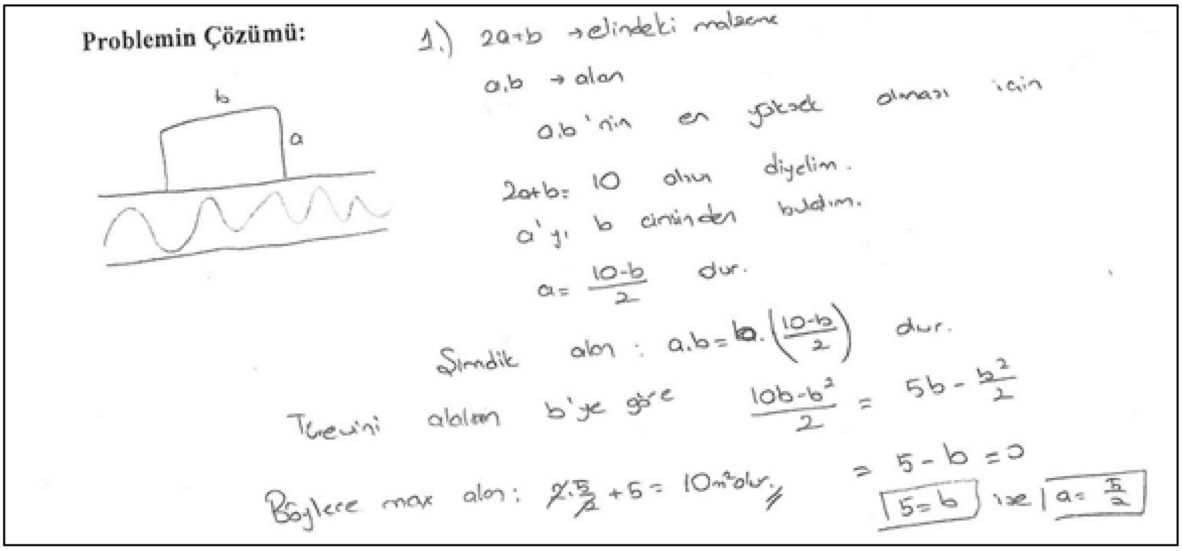
Çözüm incelendiğinde, Mostar Grubu’nun bir silindir çizerek problemi görselleştirdiği ve silindirin hacim formülünü r ve h cinsinden belirlediği görülmektedir. Ancak, yine de Mostar Grubu’nun değişkenleri tam olarak uygun biçimde belirlediği söylenemez. Öğretmen adayları hacim formülünü yazmışlar ancak hacim değerini yerine yazarak r ve h’yi birbiri cinsinden ifade etmemişler, çözümü tek değişkene indirgeyememişlerdir. Ayrıca bu aşamada, öğretmen adaylarının iki bilinmeyenli bir denklemi, tek denklemde değer vererek çözdükleri görülmektedir. Benzer şekilde çözüm yapmaya çalışan Mer-Mes Grubu’nun öz-değerlendirmede yapmış oldukları açıklama *“h’yi (yükseklik) r (yarıçap) cinsinden yazmak aklımıza gelmedi. h ve r’yi değişken olarak değil, sabit değerler olarak düşünüp değer vererek bulduk.”* şeklinde olmuştur. Mostar Grubu ve Mer-Mes grubunun, değişkenleri belirleme aşamasında yaşadıkları sorunun, problemi tam olarak anlayamamalarından kaynaklı olduğu görülmektedir. Çünkü çözümler incelendiğinde, her iki grubun da yüzey alanını minimize etmeye yönelik bir girişimde bulunmadıkları görülmektedir. Yani problemde asıl istenenin ne olduğu konusunda yorum yapamadıkları görülmektedir. Araştırmacı tarafından tutulan günlük notta bu durumla ilgili *“…Gruplardan ikisi Meyve Suyu Ambalajı etkinliğinde değişkenleri sabit değer olarak belirledikleri için doğru çözüme ulaşamadılar. Ayrıca, birden fazla değişken içeren ve değişkenler arasında bir ilişki bulunan problemlerde öğretmen adaylarından bazıları bu ilişkiyi kullanamamış, problemi tek değişkene indirgeyememişlerdir…”* ifadeleri yer almaktadır. Bu notlar, öğretmen adaylarının problemi çözebilmek için uygun değişkenleri belirleme konusunda sorun yaşadıklarını göstermektedir ve sınıf içi çözümler ile öz-değerlendirmelerden elde edilen bulguları desteklemektedir.

Aynı hafta yapılan ve dizi ve seriler konusu ile ilgili olan “Yaş Halkaları” etkinliğine ilişkin tüm grupların çözümleri incelendiğinde, tüm grupların çözümleri doğru veya yanlış da olsa, yıl sayısına “n” diyerek, bir değişken belirlediği ve örüntü oluşturma yoluna gittiği gözlemlenmiştir. Bu problemde, değişkenleri belirleme konusunda hiçbir grubun sorun yaşamadığı görülmektedir. Örnek olarak, tamamen doğru çözüm yapmış olan Matematik Sevenler Grubu’na ait çözüm verilmiştir (Şekil 4.14).



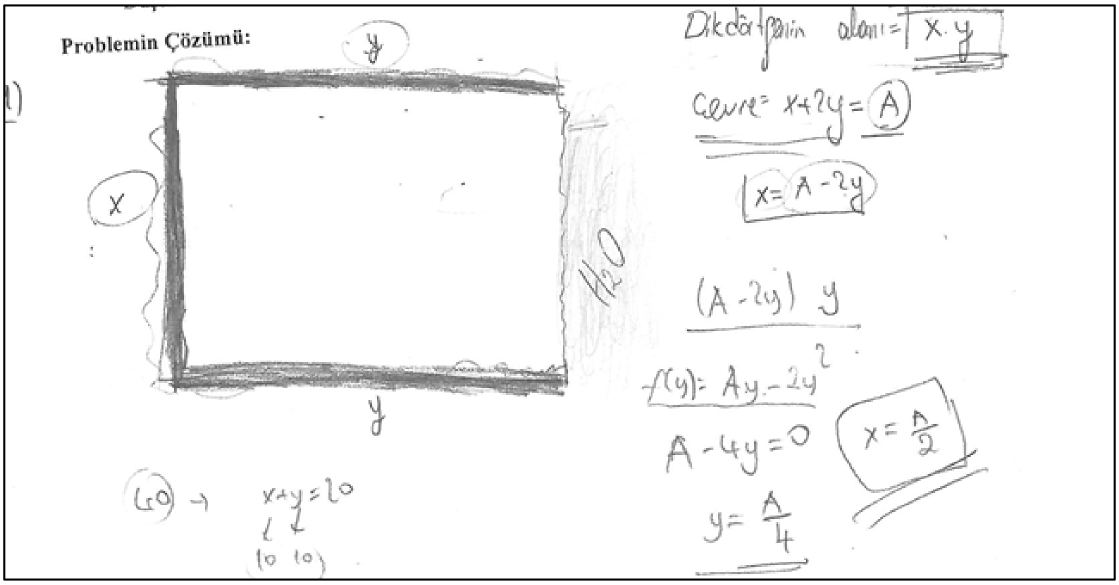
Şekil 4.14 Matematik Sevenler Grubu’nun Yaş Halkaları etkinliğine yönelik çözümü

Benzer şekilde, altıncı hafta yapılan ve türev (maksimum-minimum problemleri) konusuyla ilgili olan “Maksimum Alan” etkinliğine verilen cevaplar ele alındığında, tüm grupların şekil çizerek değişkenleri doğru bir şekilde belirlediği gözlemlenmiştir. Problemde “Çiftçinin elinde sadece belli uzunlukta çit yapacak malzeme vardır.” ifadesi kullanılmaktadır. Bazı gruplar, belli uzunlukta çit için rastgele bir sayı değeri verirken, bazı grupların ise buna bir harf değeri vererek çitin uzunluğunu da ayrı bir değişken olarak ele aldıkları gözlemlenmiştir. Herhangi bir sayı değeri vererek çözüm yapan Nirvana Grubu’na ait çözüm aşağıda verilmiştir (Şekil 4.15).



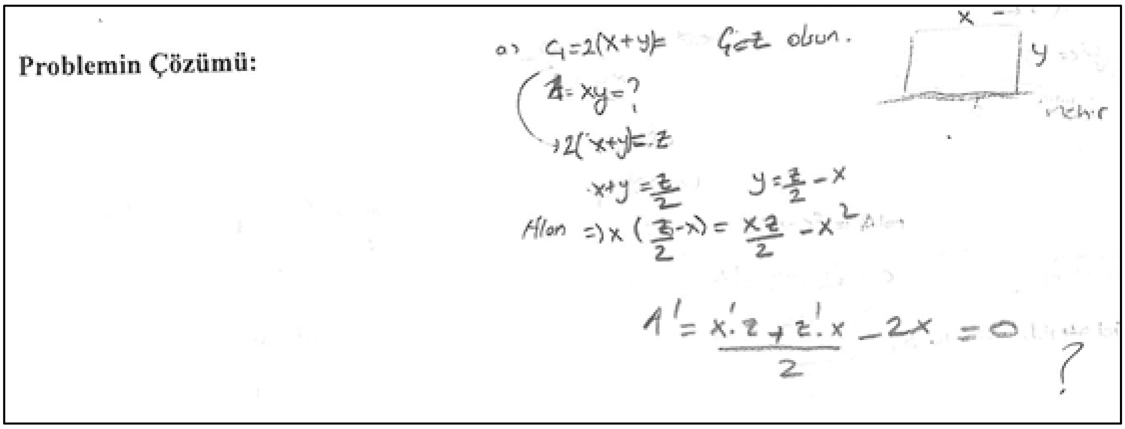
Şekil 4.15 Nirvana Grubu'nun Maksimum Alan etkinliğine yönelik çözümü

Görüldüğü gibi, Nirvana Grubu şekil üzerinde uygun değişkenleri belirleyerek, çit uzunluğuna rastgele bir sayı değeri (10 m) vermiş ve problemi buna göre çözmüştür. Şekil 4.16'da da görüldüğü gibi Mer-Mes Grubu da benzer şekilde, problemi görselleştirerek problem için uygun değişkenleri belirlemiştir. Ancak, farklı olarak çitin uzunluğunu "A" olarak belirlemiş ve bu değeri sabit olarak ele alarak doğru çözüme ulaşmıştır. Her iki grubun da yapmış oldukları çözüm doğrudur. Gruplar arası tartışma sürecinde, çit uzunluğuna herhangi bir değer vererek problemi çözen grupların hepsi, buldukları cevaplar arasında bir ilişki olduğunu fark etmişlerdir. Buldukları kenar uzunluklarının her zaman verdikleri değerin yarısı ve dörtte biri olduğunu ifade etmişler, Mer-Mes Grubu'nun çözümünün kendi çözümlerinin genelleme yapılmış hali olduğu konusunda ortak düşünceye varmışlardır.



Şekil 4.16 Mer-Mes Grubu'nun Maksimum Alan etkinliğine yönelik çözümü

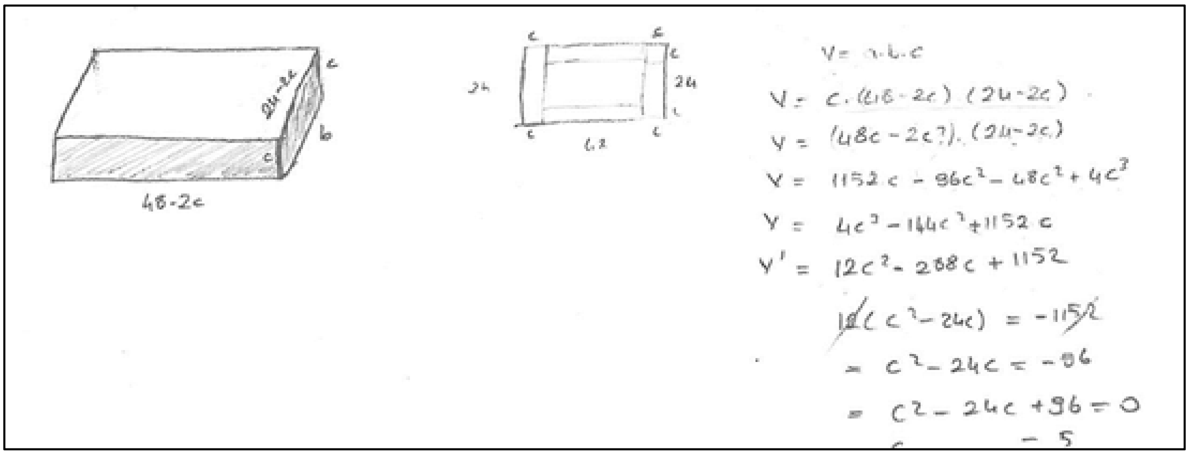
Çitin uzunluğuna sayı değeri vermeyip "z" olarak bir değişken belirleyen Mostar Grubu ise, z'yi de problemde bir "değişken" olarak belirlediğinden, çözümlerini devam ettirememişlerdir (Şekil 4.17).



Şekil 4.17 Mostar Grubu'nun Maksimum Alan etkinliğine yönelik çözümü

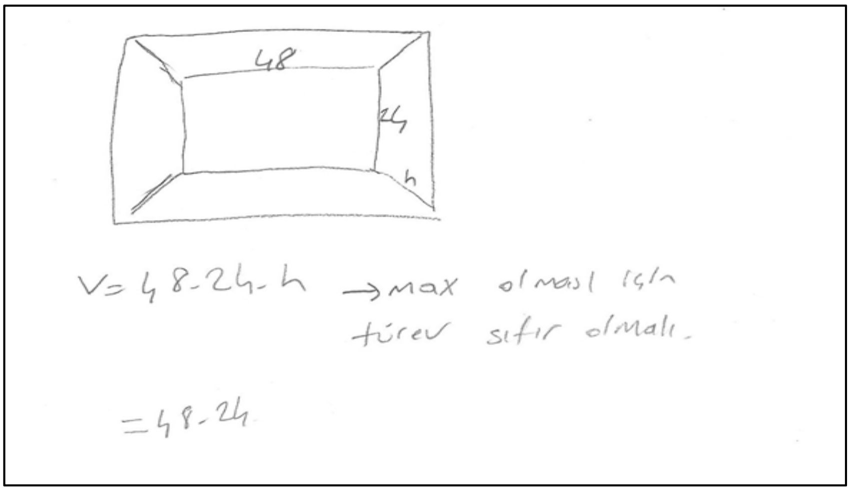
Mostar Grubu'nun bu probleme ilişkin öz-değerlendirme formunda *"İlk önce dikdörtgen şekli çizip kenarlara x ve y olarak değer verdik. Çevre ve alan formüllerini yazarak, değişkenleri birbiri cinsinden yazmaya çalıştık ancak bilinmeyen tel uzunluğunu da değişken kabul ettik. Bu yüzden çözüme ulaşamadık."* ifadelerini kullandığı göze çarpmaktadır. Bu ifadeler, öğretmen adaylarının değişkenleri belirleme konusunda sorun yaşadıklarını ve bu yüzden problemi çözemediklerini göstermektedir.

Benzer şekilde, yedinci hafta yapılan türev (maksimum minimum problemleri) konusu ile ilgili olan “Patlamış Mısır Kutusu” etkinliğine ilişkin öğrenci çözümleri incelendiğinde, “değişkenleri belirleme” basamağına dair önemli bulgular dikkat çekmektedir. Bu problemde, uygun değişkenleri belirleyebilmek için, problemde görsel olarak da verilen kutunun açık halini çizmek veya dikkate almak gerekmektedir. Kutunun açık halini çizerek, uygun değişkenleri belirleyen gruplardan biri olan Mostar Grubu’na ait çözüm aşağıda verilmektedir (Şekil 4.18).



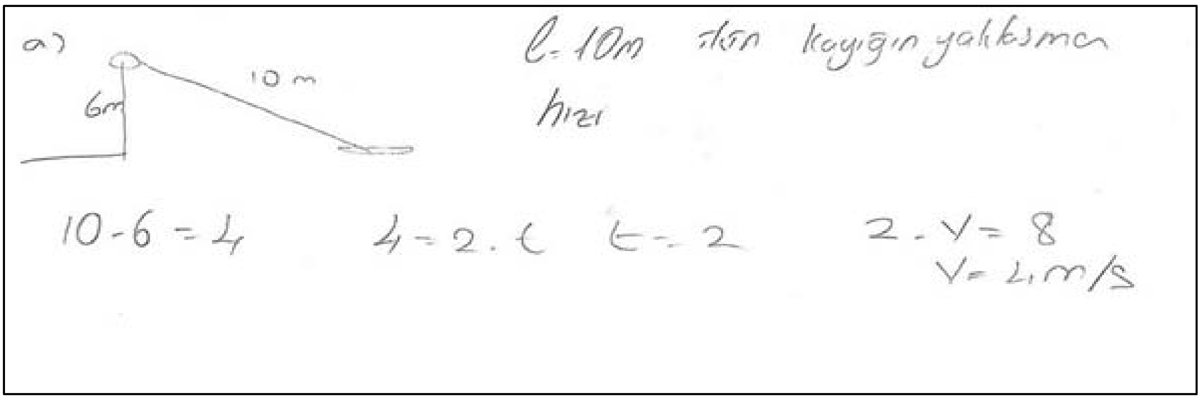
Şekil 4.18 Mostar Grubu’nun Patlamış Mısır Kutusu etkinliğine yönelik çözümü

Görüldüğü gibi, Mostar Grubu çözüm için gerekli olan değişkenleri uzunluk, genişlik ve yükseklik olarak uygun bir şekilde belirlemiştir. Mostar Grubu problemdeki verilerden yararlanarak, değişkenleri birbiri cinsinden yazarak, problemi tek bir bilinmeyene indirgemiştir. Bu etkinlikte, değişkenleri seçme basamağında problem yaşayan yalnızca bir grup olduğu dikkat çekmiştir. Dört Artı İki Grubu’na ait çözüm Şekil 4.19’da verilmektedir. Çözüm incelendiğinde, öğretmen adaylarının problemi doğru yorumlayamadığı ve dolayısıyla değişkenleri yanlış belirlediği görülmektedir. Öğretmen adayları, karton levhanın boyutlarını direkt olarak kutunun boyutları olarak ele almış (48cmx24cm), yalnızca kutunun yüksekliği için “h” değişkenini belirleyerek çözüm yapmaya çalışmışlardır. Araştırmacı tarafından oluşturulan günlük notlarda*“…Yedinci hafta değişkenleri seçme aşamasında yaşayan grupların sayısı ilk haftalara göre azalmıştır fakat yine de sorun yaşayan gruplar vardı. Bu grupların grup tartışmasındaki ifadelerine ve yaptıkları çözümlere göre, problemi yanlış anlamalarından kaynaklı olduğunu düşünüyorum. Gruplardan biri karton levhanın kesilmesiyle bir kutu oluşturulmasıyla ilgili olan problemde dikkatsiz davranarak verilen boyutları yanlış yorumladı ve doğru çözüme ulaşamadı…”* ifadeleri yer almaktadır. Bu ifadeler, öğretmen adaylarının değişkenleri uygun bir şekilde belirleme konusunda zorluk yaşamaya devam ettiklerini göstermektedir. Dolayısıyla, öğretmen adaylarının öz-değerlendirme sorularına verdikleri yanıtlardan elde edilen bulguları desteklemektedir. Fakat zaman ilerledikçe değişkenleri seçme aşamasında sorun yaşayan grup sayısının azaldığı görülmüştür.



Şekil 4.19 Dört Artı İki Grubu’nun Patlamış Mısır Kutusu etkinliğine yönelik çözümü

Sekizinci ve 9. hafta yapılan etkinliklere ait öğretmen adaylarının çözüm kâğıtları incelendiğinde, değişkenleri seçme konusunda yaşanan zorlukların önemli derecede azaldığı görülmektedir. Bununla birlikte, son hafta çözülen problemlerinden biri olan “Bir Sandalı Çekmek” probleminde değişkenleri seçme konusunda iki grubun zorluklar yaşadığı gözlemlenmiştir. Zorluk yaşayan gruplardan biri olan Dört Artı İki Grubu’na ait çözüm yaklaşımı Şekil 4.20’de verilmektedir:



Şekil 4.20 Dört Artı İki Grubu’nun Bir Sandalı Çekmek etkinliğine yönelik çözümü

Çözüm incelendiğinde, öğretmen adaylarının problem için herhangi bir değişken seçmediği, ipin uzunluğu ve sandalın iskeleye olan mesafesini sabit olarak kabul ettikleri görülmektedir. Öğretmen adayları, bu problemde karşılaştıkları zorlukları öz-değerlendirme formunda *"Böyle bir problemle ilk kez karşılaştık. Değişken kullanarak türev almamız gerektiğini düşünemedik, problemin yorumunu yapamadık."* şeklinde ifade etmişlerdir. Bu ifadeler, öğretmen adaylarının değişkenleri seçme konusunda problem yaşadıklarını açıkça göstermektedir.

Öğretmen adaylarının problemi anlama ve değişkenleri seçme konusunda yaşadıkları zorluklar, matematiksel modelleme sürecinin üçüncü basamağı olan modeli kurma aşamasını da etkilemiştir. Bir sonraki bölümde, öğretmen adaylarının çözümleri "modeli kurma" aşaması göz önünde bulundurularak detaylı olarak incelenecektir.

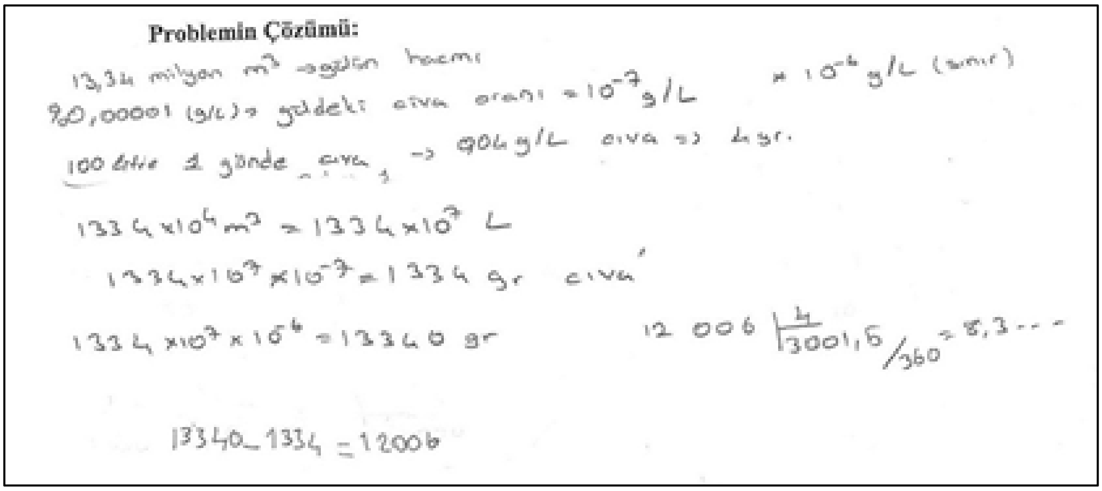
4.2.3. Sınıf İçinde Yapılan Çözümlerin Modeli Kurma Basamağı Doğrultusunda Değerlendirilmesi

Bu bölümde, öğretmen adaylarının yapılan etkinliklere yönelik yapmış oldukları çözümler, öz-değerlendirme sorularına verdikleri yanıtlar ve araştırmacı günlükleri matematiksel modelleme sürecinin üçüncü basamağı olan "modeli kurma" doğrultusunda değerlendirilmiştir.

Modeli kurma aşaması, öğretmen adaylarının en çok zorlandıkları süreçlerden biri olarak göze çarpmaktadır. Problemi anlama ve değişkenleri seçme aşamalarında yaşanan hatalar, şüphesiz modeli kurma sürecini de olumsuz etkilemektedir. Bunun yanında, birçok öğretmen adayının problemi anlamasına ve çözüm için uygun değişkenleri belirlemesine rağmen, modeli kurma konusunda yetersiz olduğu görülmektedir. Bu başlık altında, öğretmen adaylarının çözümleri modeli kurma aşaması doğrultusunda ayrıntılı olarak incelenecektir.

Yukarıda da bahsedildiği gibi, ilk haftalarda öğretmen adaylarının "problemi anlama" ve değişkenleri seçme" aşamalarında yaşamış olduğu zorlukların, matematiksel model oluşturma sürecini de olumsuz olarak etkilediği görülmüştür. Örneğin, ikinci hafta yapılan "Göl Kirliliği" etkinliğini ele alalım. Problemi anlama ve değişkenleri seçme aşamalarına ilişkin bulgular başlıkları altında, öğretmen adaylarının çözümlerinden örnekler verilerek, hiçbir grubun bu problemi doğru çözemediğinden bahsedilmişti. Örnek olarak, Dört Artı İki

Grubu’na ait Şekil 4.21’da belirtilen çözümü inceleyelim. Bu çözümde öğretmen adayları, problem için herhangi bir değişken belirlemeden, mevcut verileri kullanarak birtakım hesaplamalar yaparak göldeki mevcut cıva miktarını ve sınır değerini hesaplamışlar ancak çözümü veren herhangi bir matematiksel model oluşturmamışlardır.


Problemin Çözümü:

13,34 milyon m³ gölün hacmi

%0,00001 (g/L) ⇒ göldeki cıva oranı = 10^{-7} g/L 10^{-6} g/L (sınır)

100 litre 1 günde cıva → 0,04 g/L cıva ⇒ 4 gr.

1334×10^4 m³ = 1334×10^7 L

$1334 \times 10^7 \times 10^{-7} = 1334$ gr cıva

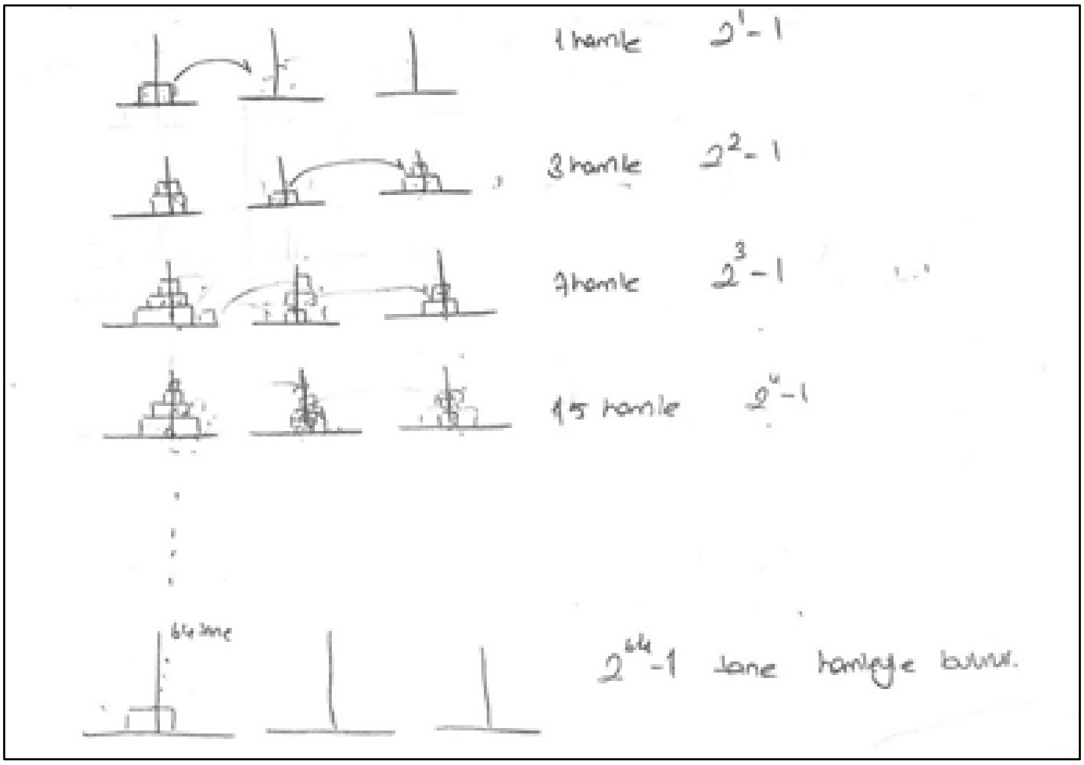
$1334 \times 10^7 \times 10^{-6} = 13340$ gr

12 006 / 4 = 3001,5 / 360 = 8,3...

13340 – 1334 = 12006

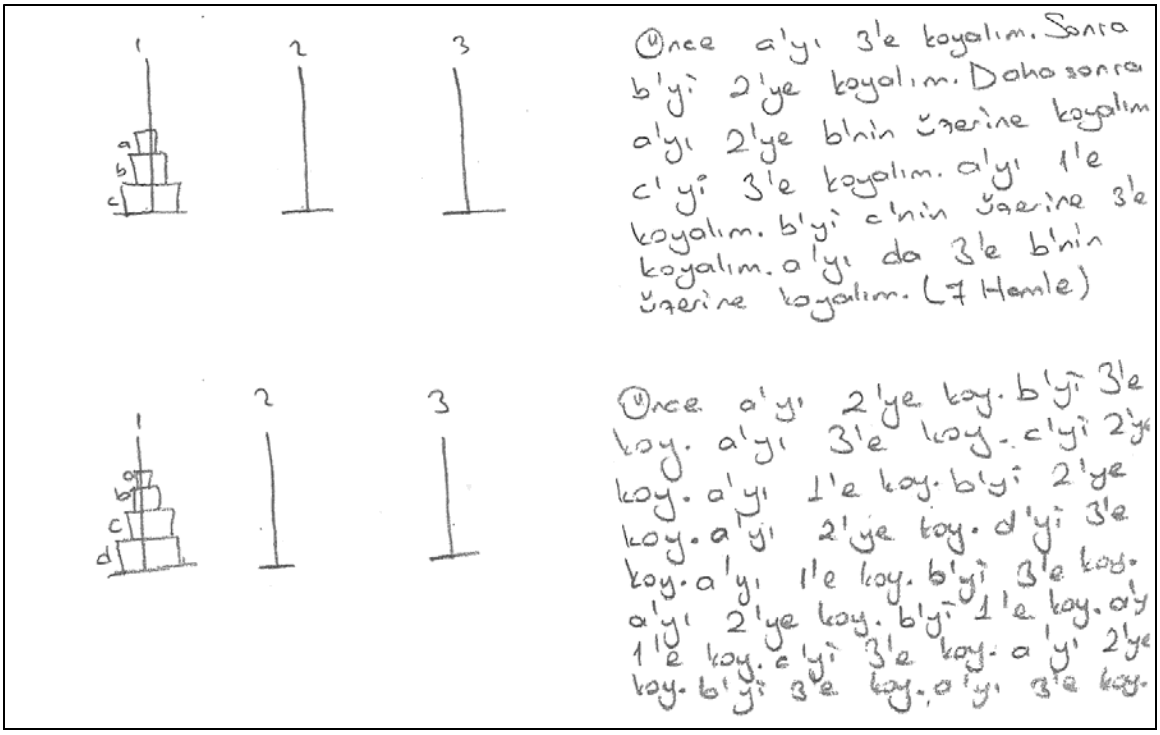
Şekil 4.21 Dört Artı İki Grubu’nun Göl Kirliliği etkinliğine yönelik çözümü

Öğretmen adaylarının “modeli kurma” konusunda yaşadıkları güçlükler, ilerleyen haftalarda giderek azalarak devam etmiştir. Örneğin; yedinci hafta yapılan “Kıyamet Saati” etkinliğine yönelik öğretmen adaylarının çözümleri incelendiğinde, öğretmen adaylarının model oluşturma konusunda başarısız olduğu göze çarpmaktadır. Yalnızca iki grup hariç, tüm gruplar problemin sayısal olarak doğru cevabını bulmuştur ancak herhangi bir model oluşturmamışlardır. Örnek olarak, Grup Mat’ın çözümü aşağıda verilmiştir (Şekil 4.22).



Şekil 4.22 Grup Mat'ın Kıyamet Saati Etkinliğine yönelik çözümü

Burada öğretmen adaylarının, sırasıyla 1, 2, 3 ve 4 adet disk için yapılması gereken hamle sayılarını belirledikleri ve buradan direkt olarak genelleme yoluna gittikleri görülmektedir. Bağımsız olarak hamle sayılarını bulmuşlar ancak bir sonraki hamle sayısının da o kurala uygun olarak ilerlediğine dayanak oluşturacak bir çözüm yapmamışlardır. Bunun yanında, Matematik Sevenler Grubu'nun, Şekil 4.23'te görüldüğü gibi, 3 ve 4 disk için hamle sayılarını bulmaya çalıştıkları ancak 4 disk için bulamadıkları görülmektedir. Dolayısıyla, bu grubun da matematiksel bir model oluşturma konusunda başarılı olamadığı görülmektedir.



Şekil 4.23 Matematik Sevenler Grubu'nun Kıyamet Saati etkinliğine yönelik çözümü

Araştırmacı tarafından oluşturulan günlük notlar incelendiğinde, ikinci haftaya ait günlük notta araştırmacı *"...İlk hafta olduğu gibi, gruplar modeli kurma aşamasında zorlanmaktadırlar. Problemi anlama ve değişkenleri seçme konusunda sorun yaşayan gruplar bulunmaktadır. Öğretmen adayları model oluşturmak için şekil, denklem oluşturma yoluna gitmektedirler fakat uygun modeli bu hafta hiçbir grup oluşturamamıştır..."* ifadelerine yer verdiği görülmektedir. Bu notlar, öğretmen adaylarının uygualamanın ilk haftalarında uygun bir matematiksel model oluşturma konusunda ciddi problemler yaşadıklarını göstermektedir. Buna karşın, 9. hafta tutulan günlükte şu ifadeler yer almaktadır: *"Bu hafta yapılan etkinliklerin birinde modeli kurma konusunda zorluk yaşayan 2 grup, diğerinde ise yalnızca 1 grup vardı. Diğer gruplar uygun değişkenleri seçerek problemin çözümü için gerekli olan denklemleri doğru bir şekilde yazdılar."* Bu ifadeler, uygulamanın son haftasında modeli kurma konusunda sorun yaşayan grup sayısının azaldığını gösterrmektedir. Uygulama başında ve sonunda tutulan araştrmacı notları karşılaştırıldığında, öğretmen adaylarının ilerleyen haftalarda modeli kurma konusunda gelişme kaydettikleri söylenebilir.

Tüm etkinliklere yönelik yapılan öz-değerlendirmelerde, öğretmen adaylarının model oluşturma sürecinde şekil, tablo, grafik gibi matematiksel temsiller kullandıklarını ifade ettikleri görülmüştür. Örneğin; öğretmen adaylarının öz-değerlendirme formunda yer alan 4.

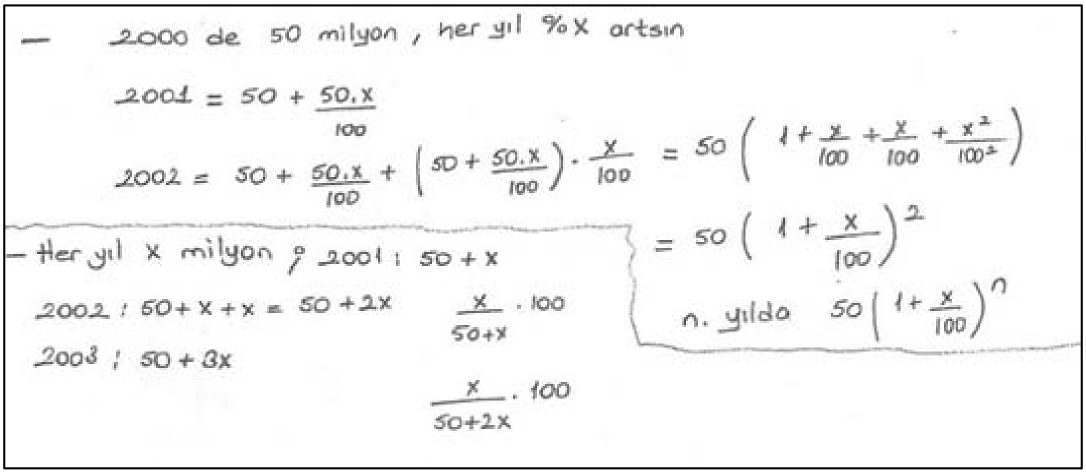
soruya sıklıkla verdikleri cevapların bir kısmı şu şekildedir: *"Denklemlerden yararlandık."*, *"Grafik kullandık."*, *"Denklem, tablo ve grafik kullandık."*, *"Grafik çizmek için tablodan yararlandık."*, *"Problemi çözerken soruyu somutlaştırmak için şekil çizdik. Denklem kullandık ve bizden istenen tablo ve grafikleri çizmeye çalıştık."*, *"Tablo oluşturarak soruyu çözdük ve işimizi kolaylaştırdı."*, *"Kare şeklinde şekil çizdik. Şekil yardımıyla örüntü bulduk."*, *"Tablo kullandık. Atışlara denk gelen puanları gösterdik."* Bu ifadeler, matematiksel model oluşturulurken grafik, tablo, şekil, denklem gibi matematiksel temsillere sıklıkla ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

4.2.4. Sınıf İçinde Yapılan Çözümlerin Matematiksel Problemi Çözme Basamağı Doğrultusunda Değerlendirilmesi

Bu bölümde, öğretmen adaylarının yapılan etkinliklere yönelik yapmış oldukları çözümler, öz-değerlendirme sorularına verdikleri yanıtlar ve araştırmacı günlükleri matematiksel modelleme sürecinin dördüncü basamağı olan "matematiksel problemi çözme" doğrultusunda değerlendirilmiştir.

İlk haftalarda, diğer aşamalarda olduğu gibi, matematiksel problemi çözme aşamasında da öğretmen adaylarının birtakım güçlükler yaşadığı, ilerleyen haftalarda bu sorunların azalarak devam ettiği gözlemlenmiştir. İlk hafta yapılan "Ürün Tasarımı" ve "Nehrin Etrafını Çitleyelim" etkinliklerini ele alalım. Ürün Tasarımı etkinliğine, yukarıda değişkenleri belirlemeye yönelik bulgular kısmında değinilmişti. Benzer şekilde, Nehrin Etrafını Çitleyelim etkinliğini de doğru olarak çözen hiçbir grup bulunmamaktadır. Dolayısıyla, ilk hafta yapılan etkinliklerde matematiksel problemi çözme aşamasında tüm grupların başarısızlık yaşadığı söylenebilir.

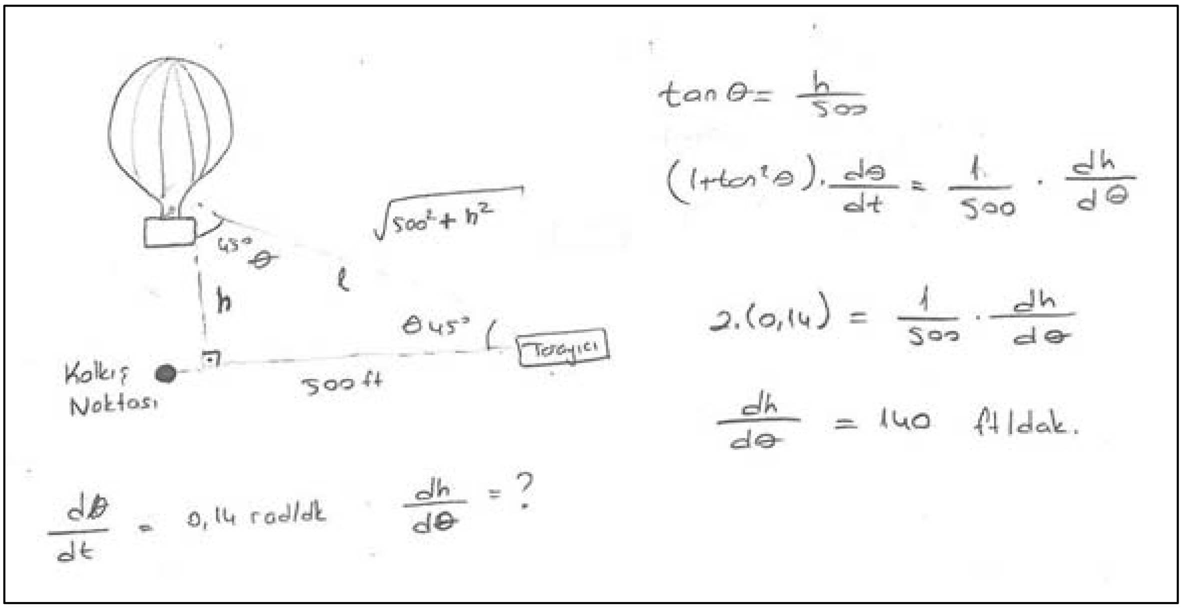
İkinci hafta yapılan "Göl Kirliliği" etkinliğinin de grupların hiçbiri tarafından doğru çözülmediğine yukarıda değinilmişti. İlerleyen haftalarda öğretmen adaylarının matematiksel problemi çözme basamağına ilişkin ilerleme kaydettikleri görülmüştür. Örneğin; üçüncü hafta yapılan "Nüfus Artış Oranı" başlıklı etkinliğe yönelik öğrenci çözümleri incelendiğinde, 2 grubun matematiksel problemi çözme basamağında tamamen başarılı olduğu söylenebilir. Doğru çözüm yapan gruplardan, Grup Mat'ın çözüm kâğıdı aşağıda verilmiştir (Şekil 4.24).



Şekil 4.24 Grup Mat'ın Nüfus Artış oranı etkinliğine yönelik çözümü

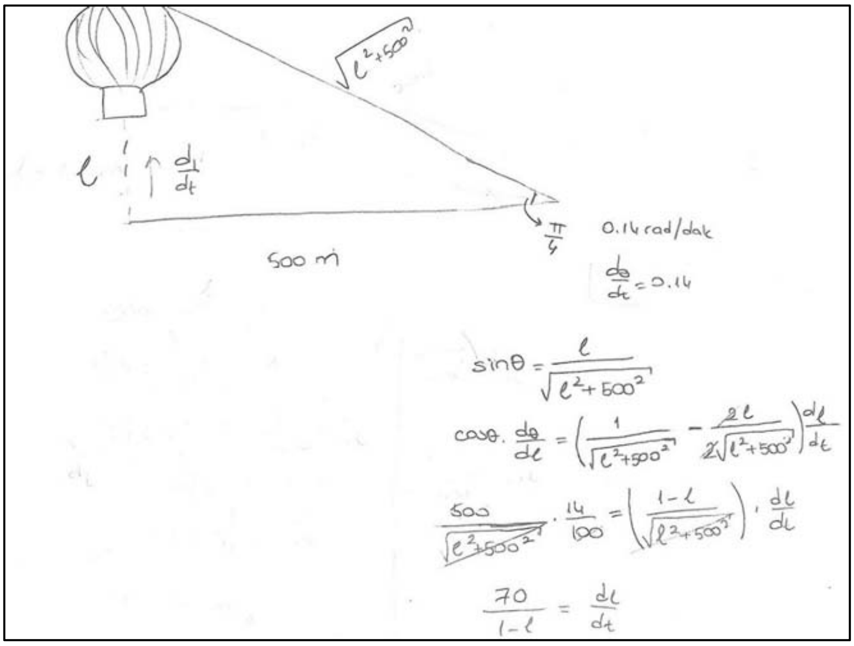
Şekil 4.24'te görüldüğü gibi, öğretmen adayları problemi anlama, değişkenleri seçme, modeli kurma basamaklarında uygun adımları izleyerek, matematiksel problemi doğru bir şekilde çözüme ulaştırmışlardır. Doğru çözüm yapan diğer grubun da benzer adımlarla problemi çözdüğü görülmüştür.

Son hafta yapılan "Yükselen Bir Balon" etkinliği ele alındığında, yalnızca iki grup (Şah Mat ve Nirvana) hariç, tüm grupların matematiksel problemi çözme konusunda başarılı olduğu göze çarpmaktadır. Doğru çözüm yapan gruplarda biri olan Pi Grubu'na ait çözüm aşağıda verilmiştir (Şekil 4.25).



Şekil 4.25 Pi Grubu'nun Yükselen Bir Balon etkinliğine yönelik çözümü

Bununla birlikte, doğru çözüme ulaşamayan Nirvana Grubu'nun çözümü Şekil 4.26'daki gibi olmuştur:



Şekil 4.26 Nirvana Grubu'nun Yükselen Bir Balon etkinliğine yönelik çözümü

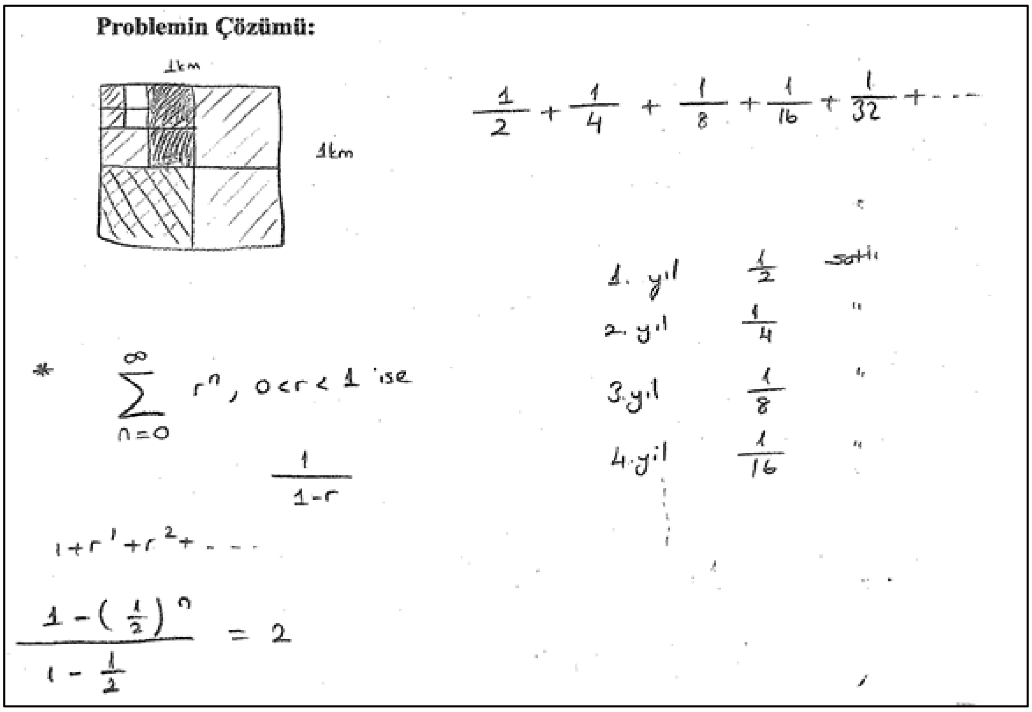
Nirvana Grubu'nun yanlış değişkenler üzerinden gitmesi (açı yerine l uzunluğu üzerinden gitmesi) ve yanlış model oluşturması, problemi yanlış çözmesine neden olmuştur. Dolayısıyla, matematiksel modelleme ile yapılan öğretimin son haftasında, öğretmen adaylarının matematiksel problemi çözme konusunda yaşadıkları zorlukların azaldığı fakat halen devam ettiği elde edilen bulgular arasındadır. Bu duruma ilişkin araştırmacı, günlük notlarında şunları ifadelere yer vermiştir: *"…Uygulama sürecinin son haftasında yapılan etkinliklerde öğretmen adayları oldukça istekliydi. Grupların çoğunluğu bu hafta yapılan iki etkinliği de doğru bir şekilde çözdüler. Çözümlerini devam ettiremeyen yalnızca iki grup vardı. Onlar da yanlış da olsa problemi çözme konusunda gayret gösterdiler fakat yanlış değişkenler üzerinden gittikleri için doğru çözüme ulaşamadılar…"* Bu ifadeler, öğretmen adaylarının problemleri çözmeye karşı daha istekli olduklarını ve problemi çözme aşamasında ilerleme kaydettiklerini göstermektedir. Fakat yine de doğru çözüme ulaşamayan gruplar bulunduğu da görülmektedir. Bu ifadeler, öğretmen adaylarının sınıf içi çözümlerinden elde edilen bulguları desteklemektedir.

4.2.5. Sınıf İçinde Yapılan Çözümlerin Çözümü Günlük Hayata Yorumlama Basamağı Doğrultusunda Değerlendirilmesi

Bu bölümde, öğretmen adaylarının yapılan etkinliklere yönelik yapmış oldukları çözümler, öz-değerlendirme sorularına verdikleri yanıtlar ve araştırmacı günlükleri matematiksel modelleme sürecinin son basamağı olan “çözümü günlük hayata yorumlama” doğrultusunda değerlendirilmiştir.

Öğretmen adaylarının uygulama süreci boyunca “çözümü günlük hayata uygulama” aşamasında zorlandıkları veya kimi zaman problemin sonucunu sayısal olarak ifade etmelerine rağmen günlük hayata yorumlamadıkları dikkat çekmiştir. Diğer basamaklarda yaşanan zorluklar, “çözümü günlük hayata yorumlama” aşamasını da doğrudan etkilemiştir. Öğretmen adaylarının çözümü günlük hayata yorumlama konusundaki eksikliklerine aşağıda örnekler verilecektir.

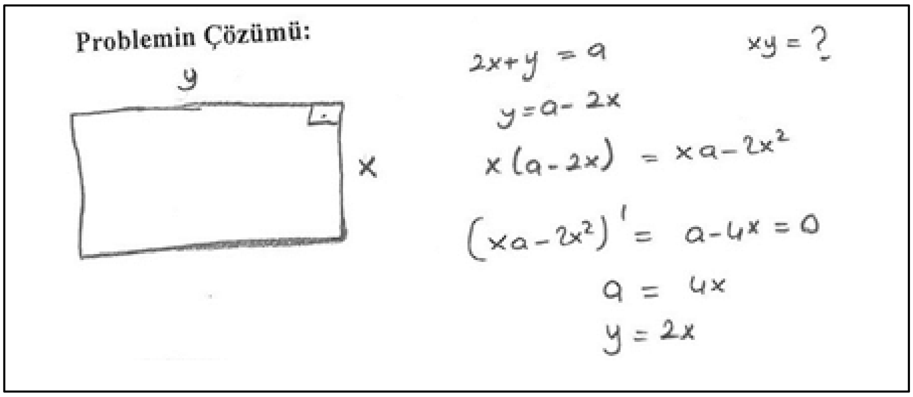
Dördüncü hafta yapılmış olan “Zenon Paradoksu” etkinliğini ele alalım. Problemde, 1 km^2 tarlaya sahip olan bir çiftçinin her yıl tarlasının yarısını satarsa (sonra kalan kısmın yarısı şeklinde sonsuza kadar devam ederse) sattığı toplam alanın bulunması istenmektedir. Pi grubu’nun yapmış olduğu çözüm aşağıdaki gibidir (Şekil 4.27).



Şekil 4.27 Pi Grubu’nun Zenon Paradoksu etkinliğine yönelik çözümü

Şekil 4.27 incelendiğinde, Pi Grubunun cevabı “2 “ olarak bulduğu görülmektedir. Problemi anlayan, uygun değişkenleri belirleyen grubun modeli kurma aşamasında yaptıkları hata (diziyi 0’dan başlatmaları), yanlış çözüm bulmalarına sebep olmuştur. Öğretmen adayları burada tarlanın toplam alanının zaten 1 km^2 olduğunu, dolayısıyla 2 km^2 satmış olmanın imkânsız durum olduğunu göz önünde bulundurmadığı görülmektedir. Dolayısıyla, öğretmen adayları “çözümü günlük hayata yorumlama” basamağını göz ardı ederek, cevaplarını yalnızca matematiksel olarak ifade etmişler, çözümlerinin gerçek hayata uygulanabilirliğini test etmemişlerdir. Trakyalılar Grubu’nun da benzer şekilde bir çözüm yolu izleyerek, çözümlerini günlük hayata yorumlamadıkları görülmüştür. Bu problemle ilgili verilen öz-değerlendirme formunda Pi Grubu *“Toplam formülünü yanlış uyguladık ve yanlış çözüm bulduk. Cevabın 2 olması imkânsızdı, bunu düşünemedik.”* şeklinde yorumda bulunmuşlardır. Buradan, öğretmen adaylarının çözümü gerçek hayata yorumlamadıkları ve bu hatalarının sonradan farkına vardıkları yorumu yapılabilir.

Altıncı hafta yapılan “Maksimum Alan” etkinliğinde, grupların çoğunluğu doğru çözüm yaparak problemi günlük hayata uygulayabilmesine rağmen, Pi Grubu’nun çözümü incelendiğinde, çözümlerinde bazı eksiklikler olduğu göze çarpmaktadır (Şekil 4.28).

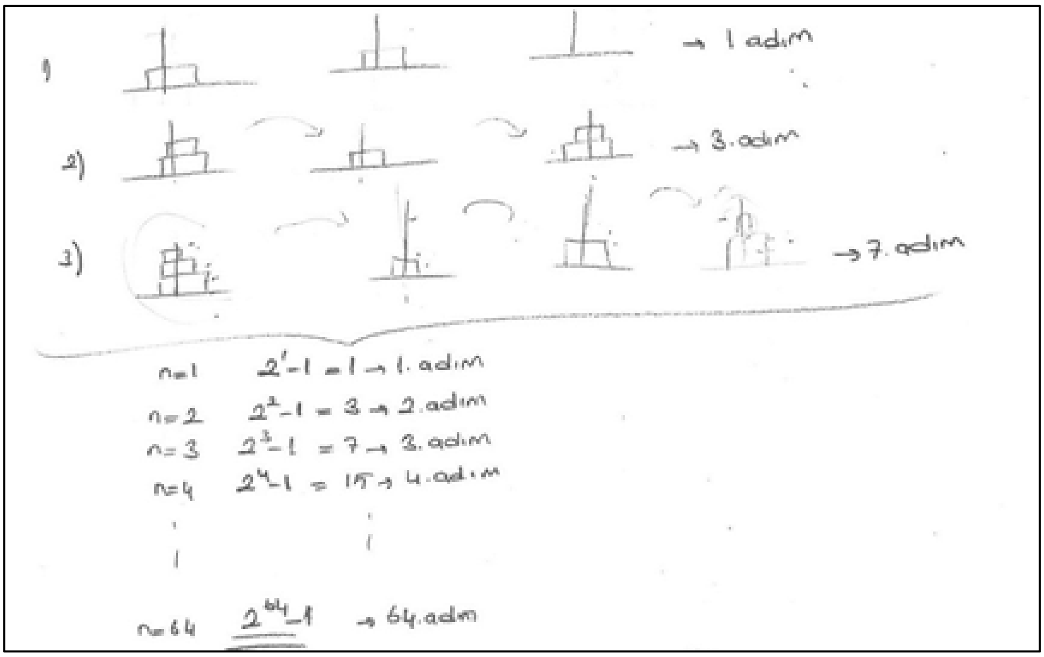


Şekil 4.28 Pi Grubu’nun Maksimum Alan etkinliğine yönelik çözümü

Şekil 4.28 incelendiğinde Pi Grubunun uygun değişkenleri belirleyip, ardından türev alarak maksimum değerleri bulmaya çalışmıştığı görülmektedir. Çözümlerini devam ettirmeyen öğretmen adayları, eğer devam ettirselerdi x ve y değerlerini a (çevre uzunluğu) cinsinden ifade ederek problemin doğru çözümüne ulaşabilirlerdi. Bu çözümden yola çıkarak “Kısa kenar çevre uzunluğunun 4 te biri, uzun kenar ise çevre uzunluğunun yarısı olmalıdır.”

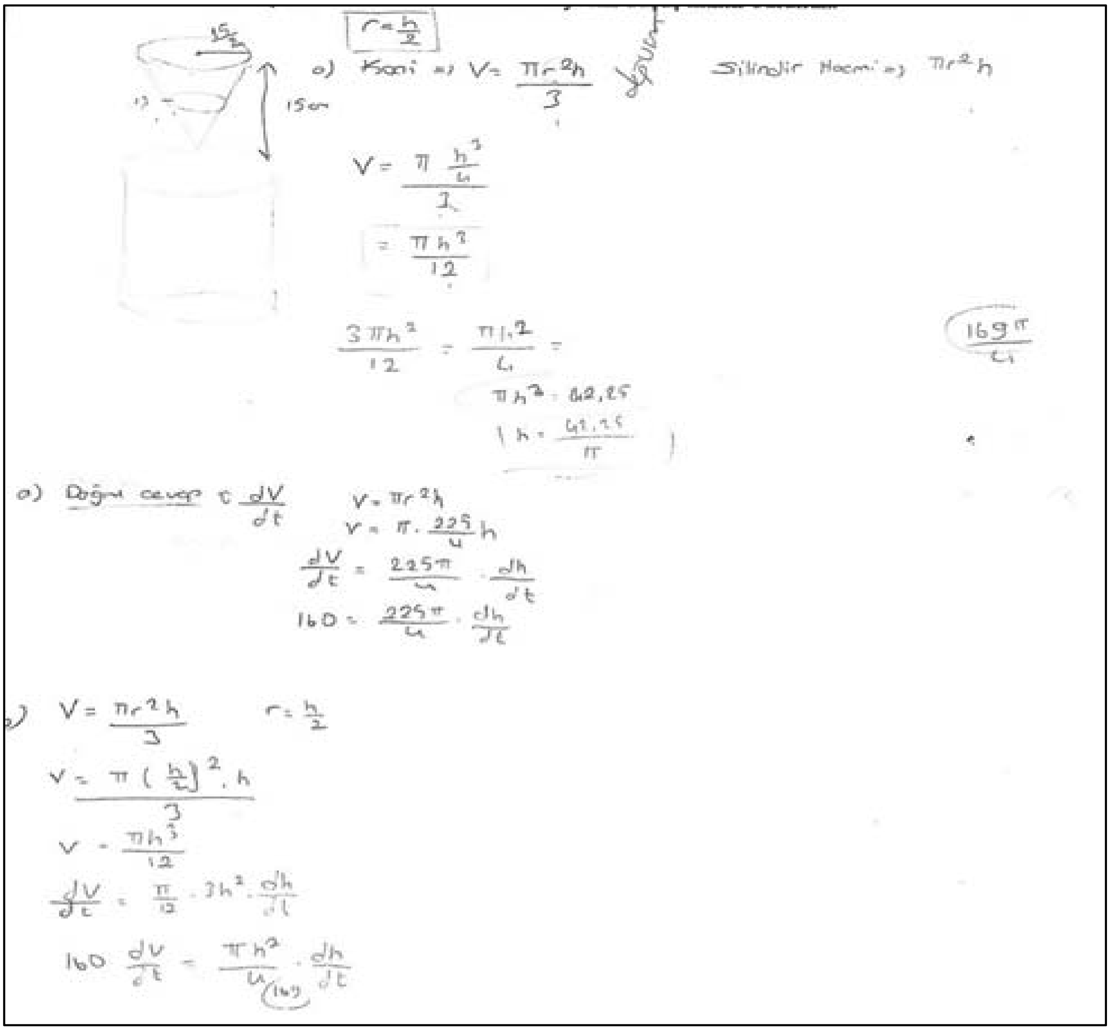
şeklinde çözümlerini günlük hayata yorumlamaları gerekirdi ancak çözümlerini anlamlandırmadan yalnızca matematiksel olarak bırakmışlardır.

Yedinci hafta etkinliklerinden biri olan “Kıyamet Saati” problemine ilişkin öğretmen adaylarının çözümlerine bakıldığında, çözümü günlük hayata uygulama konusunda eksiklikler olduğu dikkat çekmektedir. Problemde, verilen kurala uygun olarak hamle sayısının bulunması ve bu sayıda hamle yapmanın ne kadar zaman alacağının bulunması istenmektedir. Tüm grupların problemin bu kısmını ihmal ederek, yalnızca hamle sayısını bularak çözümlerini sonlandırdığı dikkat çekmektedir. Örnek olarak, Grup Karaelmas’a ait çözümü verilmiştir (Şekil 4.29). Görüldüğü gibi, öğretmen adayları yalnızca hamle sayısını bulmuş, her bir hamlenin ne kadar süreceği konusunda tahminde bulunmadan çözümlerini sonlandırmışlardır.



Şekil 4.29 Grup Karaelmas’ın Kıyamet Saati etkinliğine yönelik çözümü

Öğretmen adaylarının çözümlerini günlük hayata uygulama konusundaki eksikliklerin ilerleyen haftalarda da devam ettiği görülmüştür. Dokuzuncu hafta çözülen problemlerden biri olan “Kahve Yapımı” problemine ilişkin öğrenci çözümleri göz önünde bulundurulduğunda, bu duruma örnekler verilebilir. Trakyalılar Grubu’na ait çözüm Şekil 4.30’da verilmiştir.



Şekil 4.30 Trakyalılar Grubu’nun Kahve Yapımı etkinliğine yönelik çözümü

Çözüm incelendiğinde, öğretmen adaylarının her iki seçenek için de pozitif değerler elde ettiği görülmüştür. Ancak, b seçeneğinde sorulan konik filtredeki seviyenin düşüş hızı olduğundan, negatif değer olarak alınması gerekmektedir. Çözümler doğru olmasına rağmen, öğretmen adayları iki değeri de pozitif almışlardır ve birinin artış diğerinin ise azalışı ifade ettiğini yorumlamamışlardır. Bununla ilgili olarak, Trakyalılar Grubu *“İşaretleri yanlış aldık, artma ve azalmayı negatif ve pozitif olarak ayrı ayrı belirtmemiz gerekirdi. Bunu düşünemedik.”* şeklinde açıklamada bulunmuşlardır. Dolayısıyla, öğretmen adaylarının çözümü günlük hayata yorumlama konusunda eksiklik yaşadıkları söylenebilir.

Öğretmen adaylarının çözümü günlük hayata yorumlama konusunda yaşadığı sorunlar araştırmacı tarafından tutulan günlük notlara şu şekilde yansımıştır: *“...İlk haftalarda özellikle problemi anlama gibi diğer aşamalarda yaşanan problemler fazla olduğundan, öğretmen adayları çözümlerini günlük hayata yorumlama aşamasına geçiş yapamamışlardı. Şu anda,* *uygulama sürecinin 9. haftasında öğretmen adayları matematiksel problemi çözme basamağındaki başarıları artmış olmasına rağmen, çözümlerini yalnızca sayısal olarak hesaplayıp yorum yapmadan bıraktılar. Örneğin Kahve Yapımı etkinliğine yönelik yaşanan tartışma sürecinde elde ettikleri sonucun ne anlama geldiğini sordum. Yalnızca iki grup bir taraftaki su seviyesinin azaldığını, diğerinin artma olduğunu ifade etti ve bu durumda sonuçların işaretlerinin farklı olması gerektiğini belirtti…"* Bu ifadeler, öğretmen adaylarının uygulamanın son haftalarına doğru çözümlerini günlük hayata yorumlama aşamasında ilerleme kaydettikleri fakat yine de ciddi eksiklikler yaşadıklarını göstermektedir ve yapılan öz-değerlendirmeler ile öğretmen adaylarının sınıf içi çözümlerinden elde edilen bulguları desteklemektedir.

Öğretmen adayları, çözümlerini günlük hayata yorumlama konusunda yeterli düzeye gelmiş olmamasına rağmen, etkinliklerle ilgili öz-değerlendirme formunda yer alan "Bu problemin sonucunda neler öğrendiniz?" sorusuna verilen cevaplarında çoğunluğunun "günlük yaşam" vurgusu yaptığı görülmüştür. Öğretmen adaylarının cevaplarından örnekler şöyle sırlanabilir: *"Limit yaklaşımını günlük hayatın içinde kullanabileceğimizi gördük."*, *"Günlük hayatta bu tip bir sorun karşısında matematik bilgim ile aklıma sayısal bir fikir oluşabilir artık."*, *"Günlük hayattaki sorunların çözümü için matematiğin gerekli olduğunu öğrendik."*, *"Limitin günlük hayatın her yerinde olduğunu gördük."*, *"Dizilerin hayatımızdaki yerini öğrendik."*, *"Türevin günlük hayatta kullanımını öğrendik."*, *"Matematiğin gündelik hayatta nasıl karşımıza çıkabileceğini ve bu problemlerin çözümüne ulaşabilmeyi öğrendik."*, *"Türevin günlük hayattaki birçok probleme çözüm olduğunu gördük."* Buradan, öğretmen adaylarının problemlerin günlük hayatta kullanım alanlarını öğrendikleri fakat yine de nasıl yorumlanması gerektiği konusunda problem yaşadıkları görülmektedir.

Özetle, öğretmen adaylarının uygulama sürecinin sonuna doğru 5 matematiksel modelleme sürecinde de ilerleme kaydettikleri görülmüştür. Bununla birlikte, öğretmen adaylarının son haftalarda bile özellikle çözümlerini günlük hayata yorumlama aşamasında yaşadıkları zorlukların devam ettiği görülmüştür. Bu durum, araştırmanın birinci alt problemine ilişkin ortaya çıkan bulguları desteklemektedir.

BÖLÜM 5

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. TARTIŞMA VE SONUÇ

Matematiksel modelleme etkinlikleri ile tasarlanmış olan bir öğrenme ortamında öğretmen adaylarının modelleme becerilerini ölçmek amacıyla yapılan tez çalışmasında, ön ve son matematiksel modelleme beceri testleri uygulanmıştır. Bunun yanında, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme problemlerini ve yapmış oldukları grup çalışmasını değerlendirmeleri adına oluşturulan öz-değerlendirme formları, öğretmen adaylarının uygulama süresince yapmış olduğu etkinliklere ait çözüm kâğıtları ve araştırmacı günlükleri araştırmanın nitel verilerini oluşturmaktadır. Bu bölümde, araştırmanın iki ayrı alt probleminden elde edilen bulgular tartışılarak araştırmanın sonuçlarına yer verilecektir.

5.1.1. Matematiksel Modelleme Beceri Testlerinden Elde Edilen Bulgulara İlişkin Sonuç ve Tartışma

Araştırmanın birinci alt problemi olan "Matematiksel modelleme ile öğrenim gören öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerileri nasıl değişmiştir?" sorusuna cevap aramak için yapılan ön ve son matematiksel modelleme beceri testlerinden elde edilen veriler betimleyici istatistik ve SPSS 20 paket programı yardımıyla çözümlenmiştir. Testler arasındaki puan farkının anlamlılık düzeyi, eş örneklemler t testi yapılarak belirlenmiştir.

İlk olarak, öğretmen adaylarına matematiksel modelleme hakkında herhangi bir eğitim verilmeden yapılan ön matematiksel modelleme beceri testi puanları dikkate alındığında, öğretmen adaylarının burada yer alan problemleri çözme konusunda zorluklar yaşadığı görülmüştür. Öğretmen adaylarının ön matematiksel modelleme beceri testinin problemi anlama basamağından aldıkları puanların oldukça düşük olduğu göze çarpmaktadır (Çizelge 4.3). Benzer şekilde, Lange (1989) ve Çiltaş (2011) da çalışmalarında, uygulama öncesi yapılan modelleme testinde öğretmen adaylarının zorluk yaşadığı sonucunu elde etmişlerdir.

Matematiksel modelleme süreçleri ayrı ayrı ele alındığında, ön matematiksel modelleme beceri testinde öğretmen adaylarının çoğunun, problemi anlama basamağında zorlandıkları sonucu ortaya çıkmıştır. Çiltaş (2011) ise araştırmasında modelleme ile öğretim öncesi uyguladığı testte, öğretmen adaylarının Polya'nın (1957) problem çözme aşamalarından birincisi olan problemi anlama basamağında başarılı olduklarını ifade etmiştir. Çiltaş'ın (2011) elde ettiği sonuç, bu çalışmanın sonucu ile bu bakımdan ters düşmektedir. Bununla birlikte, öğretmen adaylarının değişkenleri seçme, modeli kurma, matematiksel problemi çözme ve çözümü günlük hayata yorumlama aşamalarında da zorluk yaşadıkları görülmüştür. Bu sonuç, Eraslan (2011) ve Çiltaş'ın (2011) çalışmalarında elde elde edilen sonuçlarla örtüşmektedir.

İkinci olarak, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerindeki gelişimini ortaya koymak amacıyla yapılan eş örneklemler t testinden elde edilen bulgular Çizelge 4.2'de verilmiştir. Buna göre, öğretmen adaylarının son matematiksel modelleme beceri testi puanlarının ($\bar{X}$=39,12) ön matematiksel modelleme beceri testi puanlarından ($\bar{X}$=15,08) anlamlı derecede yüksek olduğu görülmüştür (p<.05, T=-8,884). Dolayısıyla, uygulama sonunda öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerinin geliştiği görülmektedir. Bu sonuç, Ikeda et al. (2007) ve Özer-Keskin'in (2008) çalışmalarında elde ettiği sonuçlarla örtüşmektedir. Benzer şekilde, Çiltaş (2011) da araştırma grubu öğrencilerinin uygulama sonunda yapılan modelleme testinde uygulama öncesine göre daha başarılı olduğu sonucunu elde etmiştir.

Öğretmen adaylarının çözümü günlük hayata yorumlama basamağına ilişkin puanları incelendiğinde, uygulama sonrasında elde edilen puanların uygulama öncesine göre daha yüksek olduğu görülmüş; fakat öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun bu aşamada yaşadığı zorlukların devam ettiği sonucuna varılmıştır (Çizelge 4.7). Öğretmen adaylarının çoğu, çözümlerini günlük hayata yorumlamadan yalnızca matematiksel sonuç bularak süreci o aşamada sonlandırmışlardır. Clement (1982), bu durumun öğrencilerin yalnızca sonuca odaklı problemlere alışkın olmalarından kaynaklanabileceğini düşünmektedir. Benzer şekilde, literatürde öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrasında, çözümü günlük hayata yorumlama konusunda yetersiz oldukları sonucunu ortaya koyan birçok çalışma bulunmaktadır (Berry and Houston 1995, Blum and Leiβ 2007, Bukova-Güzel ve Uğurel 2010, Çiltaş 2011, Galbraith et al. 2007, Kaiser 2007, Moscardini 1989, Özer-Keskin 2008)

Araştırma sonucunda, matematiksel modelleme testlerinin ikisinde de matematiksel modelleme aşamaları birinciden beşinciye doğru ilerledikçe, öğretmen adaylarının puan ortalamalarının azaldığı görülmektedir (Çizelge 4.8). Yani, problemi anlama basamağına ait puan ortalamasının her iki testte de en yüksek, çözümü gerçek hayata yorumlama basamağına ait puan ortalamasının ise en düşük olduğu görülmektedir. Hıdıroğlu vd. (2014) de öğrencilerin modelleme basamakları ilerledikçe ilgili basamağa dair performanslarının azaldığı sonucunu elde etmiştir. Problemi anlama basamağında sorun yaşayan bir öğrenci, diğer aşamalara geçiş yapamamış veya yanlış yorumladığından diğer aşamalarda da başarısız olmuş olabilir. Peter-Koop'un (2004) da ifade ettiği gibi, öğrencilerin problemi anlamlandırması problemi çözebilmeleri için önemli olmakla birlikte, öğrenciler genellikle bu aşamada zorluk çekmektedir. Problemi anlamada sorun yaşamayan ancak uygun değişkenleri belirleyemeyen öğretmen adayı da modeli kurma aşamasında problem yaşayabilir. Dolayısıyla, hem ön hem de son matematiksel modelleme beceri testlerinde problemi anlama basamağından çözümü günlük hayata yorumlama basamağına doğru gittikçe, öğretmen adaylarının puan ortalamaları azalmıştır. Bukova-Güzel ve Uğurel (2010) de, yapmış oldukları çalışmalarında öğretmen adaylarının problemlerin genelinde birinci basamaktan beşinci basamağa doğru ilerledikçe performanslarında bir düşüş söz konusu olduğunu ifade etmiştir.

5.1.2. Matematiksel Modellemeye Dayalı Yapılan Öğretim Sürecinden Yansımalara İlişkin Sonuç ve Tartışma

Araştırmanın ikinci alt problemi olan "Öğretmen adayları ile yapılan matematiksel modelleme ile öğretim sürecinin matematiksel modelleri süreçleri bakımından sınıf içi yansımaları nelerdir?" sorusuna cevap aramak amacıyla, öğretmen adaylarının sınıfta yaptıkları çözümler, öz-değerlendirme formları ve gözlemci notları incelenerek uygulanan öğretim sürecinin sınıf içi yansımaları ortaya koyulmuştur.

Araştırma sonucunda, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme etkinliklerinin uzun ve anlaşılmaz olduğunu ve bu tarz problemlerle ilk kez karşılaştıklarını ifade ettikleri görülmüştür. Öz-değerlendirme formlarında "problemin çok uzun ve karmaşık olduğu" yönündeki ifadelerin sıklıkla yer aldığı dikkat çekmiştir. Bunun yanı sıra, araştırmacı günlüklerinden elde edilen bulgular bu sonucu desteklemektedir. Örneğin, araştırmacı günlüğünde yer alan *"…Uygulamanın ilk haftasında öğretmen adayları problemlerin uzun ve* *karmaşık olduğunu ifade ettiler…"* şeklinde yer alan ifadeler, öğretmen adaylarının problemlere karşı önyargı ile yaklaştıklarını göstermektedir. Özturan-Sağırlı (2010) da, öğretmen adayları ile yürüttüğü araştırmasında benzer bir sonuç elde etmiştir. Bu durum, matematiksel modelleme problemlerinin doğası gereği geleneksel kelime problemlerinden farklı olmasından kaynaklanabilir. Öğretmen adayları, matematiksel modelleme problemlerini, birden fazla süreç içerdiğinden karmaşık olarak görmüş olabilirler. Lesh and Doerr'in (2003) de ifade ettiği gibi, matematiksel modelleme etkinlikleri kısa cevaplı problemlerden çok daha fazlasını ifade etmektedir ve burada süreç bir ürün olarak görülmektedir. Bunun yanında, öğretmen adayları matematiksel modelleme problemlerinin, matematiksel kavramların günlük hayatta ne işe yaradığını öğrenmelerine yardımcı olduğunu ifade etmişlerdir. Benzer şekilde, Özer-Keskin'in (2008) çalışmasının sonucunda da öğretmen adayları matematiğin günlük hayatta nerede kullanıldığı hakkında bilgi sahibi olmuşlardır. Özturan-Sağırlı'nın (2010) çalışmasında da öğretmen adayları matematiksel modelleme problemleri için "gerçek hayat" vurgusu yapmıştır. Bu sonuç, Lesh and Zawojewski'nin (2007) matematiksel modelleme için yapmış olduğu "Bir gerçek yaşam durumunun matematiksel olarak tanımlanması, formülleştirilmesi ve yorumlanması sürecidir." şeklindeki tanımı ile örtüşmektedir.

Öğretmen adaylarının, uygulamanın ilk haftalarında ön matematiksel modelleme beceri testi sonuçlarında da olduğu gibi, matematiksel modelleme süreçlerinde genel olarak başarısız olduğu sonucu elde edilmiştir. İlk haftalarda yaşanan problemi anlama basamağındaki sorunlar, öğretmen adaylarının diğer aşamalara başarılı bir şekilde geçişini etkilemiştir. Özellikle uygulamanın ilk haftalarında öz-değerlendirme formlarında sıklıkla yer alan *"Problemi anlamakta zorlandık."* şeklindeki ifadeler, öğretmen adaylarının problemi anlama konusunda sorun yaşadıklarını göstermektedir. Bununla birlikte, ilerleyen haftalarda öğretmen adaylarının özellikle problemi anlama, değişkenleri seçme ve modeli kurma aşamalarında yaşadığı zorlukların azaldığı görülmüştür. Matematiksel problemi çözme ve çözümü günlük hayata uygulama aşamalarında da, ilk haftalara göre öğretmen adaylarının daha başarılı oldukları görülmüştür. Fakat özellikle çözümü günlük hayata yorumlama konusunda, son haftalarda dahi öğretmen adaylarının ciddi zorluklar yaşadığı sonucuna ulaşılmıştır. Matematiksel modelleme ile öğretim sürecinin 9. haftasına ait araştırmacı günlük notunda yer alan *"…öğretmen adaylarının matematiksel problemi çözme basamağındaki başarıları artmış olmasına rağmen, çözümlerini yalnızca sayısal olarak hesaplayıp yorum yapmadan bıraktılar…"* şeklindeki ifadeler, çözümü günlük hayata yorumlama konusundaki eksikliklerin devam ettiğini göstermektedir. Bu durum, araştırmanın birinci alt probleminden elde edilen sonuçları desteklemektedir.

Özer-Keskin (2008) tarafından oluşturulan matematiksel modelleme diyagramına göre, matematiksel modelleme süreçleri doğrusal bir sıralamayı takip etmek zorunda değildir (Şekil 2.2). Örneğin, matematiksel modeli kurma aşamasında sorun yaşayan bir birey yeniden problemi anlama basamağına geçiş yapabilir. Benzer şekilde, matematiksel problemi çözme konusunda hata yapan bir birey, değişkenleri seçme aşamasına geri dönebilir. Bu araştırmada elde edilen bulgular doğrultusunda, gruplardan birinin yapılan öz-değerlendirmede *"Başlangıçta kırmızı ve siyah halka sayılarını 12 ve 13 olarak hesapladık. Daha sonra grup arkadaşım problemi yeniden okudu ve yanlış anladığımızı fark ettik. Sonrasında yeniden uygun diziyi oluşturarak problemin doğru çözümüne ulaştık."* şeklindeki ifadeleri, matematiksel problemi çözme aşamasında hata yapan öğretmen adaylarının yeniden modelleme sürecinin ilk basamağı olan problemi anlama aşamasına geri dönüş yaptığını göstermektedir. Dolayısıyla, araştırmada elde edilen bu sonuç, matematiksel modelleme sürecinin doğrusal olmadığı yönündeki düşünceyi desteklemektedir. Son olarak, öz-değerlendirme formlarında öğretmen adaylarının cevaplarından bazılarının *"Problemi ilk önce anlayamadım. Grup arkadaşımla fikir alışverişinde bulunarak doğru düşünceye ulaştık."* şeklinde olduğu görülmüştür. Dolayısıyla araştırmada ortaya çıkan bir diğer sonuç, grup çalışmasının öğretmen adaylarının fikir alışverişinde bulunarak matematiksel modelleme sürecinin etkili olarak yapılabilmesine katkıda bulunması olarak ifade edilebilir. Doruk ve Umay (2011), modelleme etkinlikleri yapılırken grup çalışması yaptırılmasının öğrencilerin gerek grup içinde gerekse sınıf içinde diğer grupları ikna etmeye çalıştığını ve bu sayede matematik dilini etkili bir şekilde kullandığını ifade etmişlerdir.

5.2. ÖNERİLER

5.2.1. Araştırma Sonuçlarına Dayalı Öneriler

Araştırma sonucunda, matematiksel modelleme ile yapılan öğretimin öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerini olumlu yönde etkilediği ortaya çıkmıştır. Öğretmen adaylarının her bir modelleme sürecine yönelik becerileri ayrı ayrı değerlendirilerek, bütün süreçlere dair becerilerinde gelişme olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yani, matematiksel modelleme ile öğretim yapılması bu becerilerin gelişmesine katkı sağlamıştır. Dolayısıyla, üniversite düzeyinde matematiksel modellemeye yönelik etkinlikler yapılmasını gerektiren dersler hazırlanarak öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yapabilme bilgi ve becerilerinin arttırılması hedeflenmelidir. Bukova-Güzel ve Uğurel'in (2010) yapmış olduğu araştırmada, bireylerin matematiksel modelleme sürecinin bütün aşamalarında başarılı olabilmelerini sağlamak için, akademik başarılarının arttırılmasının gerekli fakat tek başına yeterli olmadığı sonucunu elde etmiştir. Dolayısıyla, yalnızca yükseköğretimde değil ilkokuldan başlayarak, ortaokul ve ortaöğretim seviyelerindeki matematik derslerinde de matematiksel modelleme etkinliklerine yer verilmesi ve öğrencilere matematiksel modelleme deneyimi kazandırılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

Araştırma sonucuna göre, öğretmen adaylarının uygulama öncesi yaptıkları ön matematiksel modelleme beceri testinde, modelleme sürecinin ilk basamağı olan “problemi anlama” konusunda sorunlar yaşadığı görülmektedir. Öğretmen adaylarının yapılan öz-değerlendirmeler soncunda genel olarak problemlerin “uzun”, “anlaşılması zor” ve “karmaşık” olduklarını ifade etmeleri, bu sonucu desteklemektedir. Öğretmen adaylarının, yalnızca üniversitede değil, önceki eğitim hayatlarında da rutin olmayan, gerçek yaşam durumlarını içeren problemlerle karşılaşmamış olmasının bu sorunun bir kaynağı olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla, ilköğretimden başlayarak yükseköğretimin her seviyesinde öğrencilerin mümkün olduğunca rutin olmayan problemlerle karşılaşmasının sağlanmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

Araştırmada elde edilen bir diğer sonuç, öğretmen adaylarının uygulama sonrasında da özellikle çözümlerini gerçek hayata yorumlama konusunda yaşanan sıkıntılarının devam etmesi olarak ifade edilmiştir. Bunun sebebi, söz konusu kavramların lisans düzeyindeki derslerde yalnızca formüller aracılığıyla verilmesi, kavramların ne anlama geldiğinin açıklanması konusunda özenli davranılmaması olarak gösterilebilir. Dolayısıyla, yükseköğretim kurumlarında yer alan özellikle Analiz derslerinde kavramların ne anlama geldiğinin ve gerçek hayatta nerede kullanıldıklarının açıklanması bu konuda yaşanan zorlukların azalmasını sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu araştırmada matematiksel modelleme etkinlikleri sırasında grup çalışması yapılarak öğretmen adaylarının işbirliği içinde çalışması sağlanmıştır. Araştırma sonucunda, öğretmen adaylarının grup arkadaşlarıyla fikir alışverişinde bulunmasının modelleme sürecini olumlu etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Matematiksel modelleme etkinlikleri, doğası gereği öğrenci merkezli bir öğrenme ortamı gerektirmektedir. Dolayısıyla matematiksel modelleme sürecinde, öğretmenler bir rehber veya yol gösterici rolünü üstlenirken, öğrenciler arası etkileşimin üst düzeyde olması sağlanmalıdır. Böyle bir öğrenme ortamı da, grup çalışması ile mümkün olabilmektedir. Matematiksel modellemenin verimliliğinin artması için, öğrencilerin küçük gruplar halinde çalışmaları sağlanmalıdır.

Son olarak, bu araştırma sonucunda öğretmen adaylarının matematiksel modelleme sürecinden birinci basamak olan problemi anlama basamağından, beşinci basamak olan çözümü günlük hayata yorumlama basamağına doğru ilerledikçe puanlarında bir düşüş olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, basamakların birbirini etkilemiş olmasından kaynaklanmaktadır. Problemi anlama basamağında başarısız olan bir öğrencinin diğer basamaklara geçişinde sorun yaşaması kaçınılmaz olduğu söylenebilir. Her bir basamak ayrı ayrı önem taşımakla birlikte, problemi anlama basamağının matematiksel modelleme sürecinin başarılı olabilmesi açısından önemli olduğu söylenebilir. Dolayısıyla, öğrencilerin bu aşamada sorun yaşamaması için, rutin olmayan günlük yaşam problemlerini yorumlama konusunda tecrübe kazanmaları sağlanmalıdır. Tamamen matematiksel modelleme süreçleri üzerine kurulu bir öğretim yapılmadığı durumlarda bile, öğretim sürecinde en azından rutin olmayan problemlere de yer verilerek öğrencilerin bu tarz problemlere aşina olması ve problemi anlama konusunda yaşadıkları güçlüklerin azalmasını sağlayabilir.

5.2.2. Araştırmacılara Öneriler

Matematiksel modelleme etkinlikleri rutin problemlerden farklıdır ve onları geleneksel problemlerden ayıran birtakım özelliklere sahiptir. Dolayısıyla, araştırmacının bu özellikleri dikkate alarak, problemleri örneklem grubunun seviyesine de uygun olacak şekilde dikkatli bir şekilde seçmesi gerekmektedir.

Bu araştırmanın bir bölümünde, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerindeki gelişimi ortaya koymak amacıyla, tek gruplu ön test-son test tasarımı kullanılmıştır, dolayısıyla kontrol grubu bulunmamaktadır. Gelecek araştırmacılar, hem deney hem de kontrol grubu içeren bir çalışma yaparak öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerini inceleyebilirler.

Bunun yanında, öğretmenlerin matematiksel modellemenin sınıf içinde etkili bir şekilde uygulanmasında ve öğrencilerin matematiksel modelleme becerileri kazanmasında rolünün büyük olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla, öğretmenlerin matematiksel modelleme becerilerinin ne düzeyde olduğunu belirlemek gelecek araştırma konuları arasında yer alabilir. Böylece, araştırma sonucuna göre ihtiyaçlar belirlenerek öğretmenlere hizmet içi eğitim verilmesi faydalı olabilir. Yine öğretmenlere matematiksel modellemeye yönelik hizmet içi eğitim verilerek, ortaokul veya ortaöğretim seviyesindeki seçmeli matematik derslerinde matematiksel modellemeyi kullanmalarını ve öğrencilerinin modelleme becerilerini geliştirmelerini amaçlayan çalışmalar yapılmasının ilgili literatürün zenginleşmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Son olarak, bu araştırmada öğretmen adayları ikişerli gruplar halinde çalışmıştır. Gelecek araştırmacılar 3 veya daha fazla kişiden oluşan gruplarla çalışma yapılmasını sağlayarak daha farklı düşünce yollarının ortaya çıkmasını ve grup içi etkileşimin güçlenmesini sağlayabilirler.

KAYNAKLAR

Altun M (2002) *İlköğretim İkinci Kademede (6, 7 ve 8. Sınıflarda) Matematik Öğretimi*. Erkam Matbaası, Bursa.

Antonius S, Haines C, Jensen T H, Niss M ve Burkhardt H (2007) Classroom Activities and The Teacher. *Modelling and Applications in Mathematics Education: The 14th ICMI Study*, Blum W, Galbraith P, Henn H W and Niss M (Eds.), ISBN: 9780387298207, Springer, New York, 295-308.

Aydın-Güç F (2015) Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Geliştirilmesine Yönelik Öğrenme Ortamlarında Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Değerlendirilmesi. *Yayınlanmamış Doktora Tezi*. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 407 s.

Baki A (2008) *Kuramdan Uygulamaya Matematik Eğitimi*. Harf Eğitim Yayıncılığı, Ankara.

Bayazit İ, Aksoy Y ve Kırnap S M (2011) Öğretmenlerin Matematiksel Modelleri Anlama ve Model Oluşturma Yeterlilikleri. *e-Journal of New World Science Academy*, 6(4), ISSN:1306-3111.

Baydar S C ve Bulut S (2002) Öğretmenlerin Matematiğin Doğası ve Öğretimi ile İlgili İnançlarının Matematik Eğitimindeki Önemi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23: 62-66.

Berry J and Houston K (1995) *Mathematical Modelling*. Bristol: J.W.Arrowsmith Ltd.

Bingölbali E (2008) Türev Kavramına İlişkin Öğrenme Zorlukları ve Kavramsal Anlama İçin Öneriler, 9. Bölüm. *Matematiksel Kavram Yanılgıları ve Çözüm Önerileri*, Özmantar M F, Bingölbali E, Akkoç H (Ed.), Pegem Akademi, Ankara, 223-255.

Blomhøj M and Kjeldsen T H (2006) Teaching Mathematical Modelling through Project Work. *ZDM*, 38(2): 163-177.

Blum W (1993) Mathematical Modelling in Mathematics Education and Instruction. *Teaching and Learning Mathematics in Context*, Breiteig T, Huntley I and Kaiser-Messmer G (Eds.), ISBN: 9780130310064, Ellis Horwood Limited, Chicester, 3-14.

Blum W (2002) ICMI Study 14: Applications and Modelling in Mathematics Education-Discussion Document. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 34(5): 229-239.

Blum W and Borromeo-Ferri R (2009) Mathematical Modelling: Can It Be Taught And Learnt?, *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(1): 45-58.

Blum W and Leiß D (2007) How Do Students and Teachers Deal with Modelling Problems?. *Mathematical Modelling (ICTMA 12): Education, Engineering and Economics,* Haines C, Galbraith P, Blum W and Khan S (Eds), 1st edition, ISBN: 9781904275206, Horwood Publishing Limited, England, 222-231.

Blum W and Niss M (1989) Mathematical Problem Solving, Modelling, Applications, and Links to Other Subjects – State, Trends and Issues in Mathematics Instruction. *Modelling Applications and Applied Problem Solving,* Niss M, Blum W ve Huntley I (Eds.), ISBN: 9780745806334, Halsted Press, England, 1-19.

Boaler J (2001) Mathematical Modelling and New Theories of Learning. *Teaching Mathematics and its Applications,* 20(3): 121-128.

Borromeo-Ferri R (2014) Okullarda ve Öğretmen Eğitiminde Matematiksel Modelleme-Kavramlar ve Örnekler. *3. MEB-MAGİT Matematik Eğitimi Uygulamaları Konferansı ve Çalıştayı: "Matematiksel Modelleme ve Simülasyonu Öğrenme ve Öğretme"*, 1-4 Nisan 2014, İzmir, Türkiye.

Bransford J D, Brown S J and Cocking R (1999) *How People Learn: Brain, mind, experience and school*. National Academy Press, Washington D.C.

Bukova-Güzel E ve Uğurel I (2010) Matematik Öğretmen Adaylarının Analiz Dersi Akademik Başarıları ile Matematiksel Modelleme Yaklaşımları Arasındaki İlişki. *On Dokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi,* 29 (1): 69-90.

Büyüköztürk Ş, Çakan M, Tan Ş ve Atar H Y (2014) *TIMMS 2011 Ulusal Matematik ve Fen Raporu 8. Sınıflar*, ISBN:9789751138125, Ankara.

Carlson M, Larsen S and Lesh R (2003) Integrating a Model and Modeling Perspectives With Existing Research and Practice. *Beyond Constructivism: Models and Modeling Perspectives on Mathematics Problem Solving, Learning, and Problem Teaching*, Lesh R A and Doerr H (Eds.), 1st edition, Lawrance Erlbaum Associates, Mahwah, NJ, 465-478.

Chamberlin S A and Moon S M (2005) Model-eliciting Activities as a Tool to Develop and Identify Creatively Gifted Mathematicians. *Prufrock Journal*, 17(1): 37-47.

Chamberlin S A and Moon S M (2008) How Does the Problem Based Learning Approach Compare to the Model Eliciting Activity Approach in Mathematics Instruction?. *International Journal of Mathematics Teaching and Learning.* 4 Ağustos 2016 tarihinde http://www.cimt.org.uk/journal/chamberlin.pdf adresinden erişilmiştir.

Clement J (1982) Algebra Word Problem Solutions: Thought Processes Underlying a Common Misconception. *Journal for Research in Mathematics Education*, 13: 16- 30.

Colletti A B (1987) *Teaching Methods and Applied Techniques*. Keystone Publications, Inc., USA.

Cooke H (2003) *Success with Mathematics*. Routledge, London.

Creswell J W (2008) *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Method Approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

Çiltaş A (2011) Dizi Ve Seriler Konusunun Matematiksel Modelleme Yoluyla Öğretiminin İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Öğrenme Ve Modelleme Becerileri Üzerine Etkisi. *Doktora Tezi*, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, 177 s.

Çiltaş A ve Işık A (2013) Matematiksel Modelleme Yoluyla Öğretimin İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Modelleme Becerileri Üzerine Etkisi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 13: 1177-1194.

Delice A ve Taşova H İ (2011) Bireysel ve Grup Çalışmasının Modelleme Etkinliklerindeki Sürece ve Performansa Etkisi. *M.Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi,* 34: 71-97.

Deniz D ve Akgün L (2014) Ortaöğretim Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Yönteminin Sınıf İçi Uygulamalarına Yönelik Görüşleri. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4 (1): 103-116.

Doerr H M (1997) Experiment, Simulation and Analysis: an Integrated Instructional Approach to the Concept of Force. *International Journal of Science Education,* 19: 265–282.

Doruk B K (2010) Matematiği Günlük Yaşama Transfer Etmede Matematiksel Modellemenin Etkisi. *Doktora Tezi*, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı, Ankara, 209 s.

Doruk B K ve Umay A (2011) Matematiği Günlük Yaşama Transfer Etmede Matematiksel Modellemenin Etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (H. U. Journal of Education)*, 41: 124-135.

Doyle K M (2006) Creating Mathematical Models with Structure. *Proceedings of the30th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education,* 16-21 Temmuz 2006, Prague, Czech Republic, PME30, Novotna J, Moraova H, Kratka M and Stehlikova N (Eds.), Vol. 2, 457-464.

EARGED (2003) *TIMSS 1999 Türkiye Raporu*. Ankara: MEB.

EARGED (2008) *TIMSS 2007 Türkiye Raporu*. Ankara: MEB.

English L D (2006) Mathematical Modeling in the Primary School: Children's Construction of a Consumer Guide. *Educational Studies in Mathematics*, 63(3): 303-323.

English L D and Watters J (2004). Mathematical Modelling with Young Children. *28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education,*14-18 Temmuz 2004, Bergen, Norveç, 335-342.

Eraslan A (2011) İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Model Oluşturma Etkinlikleri ve Bunların Matematik Öğrenimine Etkisi Hakkındaki Görüşleri. *Elementary Education Online*, 10(1): 364-377.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

Erbaş A K, Çetinkaya B, Alacacı C, Çakıroğlu E, Aydoğan-Yenmez A, Şen-Zeytun A, Korkmaz H, Kertil M, Didiş M G, Baş S ve Şahin Z (2016) *Lise Matematik Konuları için Günlük Hayattan Modelleme Soruları*, ISBN: 9789944252751, Ses Reklam Matbaacılık, Ankara.

Erdamar G K ve Demirel H (2010) Öğretmen Adaylarının Grup Çalışmalarına İlişkin Algıları. *Ahi Evran Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi,* 11(3): 205-223.

Frejd P (2012) Teachers' Conceptions of Mathematical Modelling at Swedish Upper Secondary School. *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1 (5): 17-40.

Galbraith P and Clatworthy N J (1990) Beyond Standard Models - Meeting the Challenge of Modelling. *Educational Studies in Mathematics*, 21 (2): 137-163.

Galbraith P, Stillman G, Brown J and Edwards I (2007). Facilitating Middle Secondary Modelling Competencies. *Mathematical Modelling: ICTMA 12: Education, Engineering an Economics*, Haines C, Galbraith P, Blum W and Khan S (Eds.), 130-140.

George D and Mallery P (2003) *SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference.* 4th edition, ISBN: 9780205375523, Allyn & Bacon, Boston.

Gravemeijer K (2002) Preamble: From Models to Modeling. *Symbolizing, Modeling and Tool Use in Mathematics Education,* Gravemeijer K, Lehrer R, Oers B and Verschaffel L (Eds.), 1st edition, Springer, The Netherlands, ISBN: 9789048161805, 7-22.

Gravemeijer K and Stephan M (2002) Emergent Models As An İnstructional Design Heuristic. *Symbolizing, Modeling and Tool Use in Mathematics Education*, Gravemeijer K, Lehrer R, Oers B and Verschaffel L (Eds.), 1st edition, ISBN: 9789048161805, Springer, The Netherlands, 145-169.

Green S, Salkind N and Akey T (2000) *Using SPSS for windows: Analyzing and understanding data.* 1st edition, ISBN: 9780023464348, Prentice Hall, New Jersey.

Greer B (1997) Modelling Reality in Mathematics classroom: The Case of Word Problems. *Learning and Instruction, 7*: 293- 307.

Güner N, Sezer R ve Akkuş-İspir O (2013) İlköğretim İkinci Kademe Öğretmenlerinin TIMSS Hakkındaki Görüşleri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(1): 11-29.

Güneş B, Gülçiçek Ç ve Bağcı N (2004) Eğitim Fakültelerindeki Fen ve Matematik Öğretim Elemanlarının Model ve Modelleme Hakkındaki Görüşlerinin İncelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 1: 35-48.

Henn H W (2007) Modelling pedagogy – overview. *Modelling and Applications in Mathematics Education: The 14th ICMI Study*, Blum W, Galbraith P, Henn H W and Niss M (Eds), ISBN: 9780387298207, Springer. New York, 321-324.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

Hıdıroğlu Ç N, Tekin-Dede A, Kula S, Bukova-Güzel E (2014) Öğrencilerin Kuyruklu Yıldız Problemi'ne İlişkin Çözüm Yaklaşımlarının Matematiksel Modelleme Süreci Çerçevesinde İncelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31: 1 – 17.

Huang C H (2012) Promoting Engineering Students' Mathematical Modeling Competency. *Sefi 40th Annual Conference*, 23-26 Eylül 2012, Thessaloniki, Yunanistan.

Ikeda T, Stephens M and ve Matsuzaki A (2007) *Mathematical Modelling (ICTMA 12): Education, Engineering and Economics,* Haines C, Galbraith P, Blum W and Khan S (Eds), 1st edition, ISBN: 9781904275206, Horwood Publishing Limited, England, 101-109.

Johnson B and Christensen L (2014) Eğitim Araştırmaları: Nitel, Nicel ve Karma Yaklaşımlar (S. B. Demir, Çev.), ISBN: 9786054757312, Ankara.

Kaiser G (2007) Modelling and Modelling Competencies In School. *Mathematical Modelling: ICTMA 12: Education, Engineering an Economics*, Haines C, Galbraith P, Blum W and Khan S (Eds), 1st edition, ISBN: 9781904275206, Horwood Publishing Limited, England, 110-119.

Kaiser G and Schwarz B (2006) Mathematical Modelling as Bridge Between School and University. *Zentralblatt Für Didactik Der Mathematic*, 38 (2): 196 – 208.

Kapur J N (1982) The Art of Teaching the Art of Mathematical Modeling. *International*

Karalı D (2013) İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Hakkındaki Görüşlerinin Ortaya Çıkarılması. *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bolu, 75 s.

Kertil M (2008) Matematik Öğretmen Adaylarının Problem Çözme Becerilerinin Modelleme Sürecinde İncelenmesi. *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 134 s.

Kertil M (2014) Pre-service Elementary Mathematics Teachers' Understanding of Derivative Through a Model Development Unit. *Unpublished PhD Dissertion*, Middle East Technical University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ankara, 286 s.

Korkmaz E (2010) İlköğretim Matematik ve Sınıf Öğretmeni Adaylarının Matematiksel Modellemeye Yönelik Görüşleri ve Matematiksel Modelleme Yeterlilikleri. *Yayınlanmamış Doktora Tezi*, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir, 232 s.

Lange J (1989) Trends and Barriers to Applications and Modelling in Mathematics Curricula. *Modelling Applications and Applied Problem Solving*, Niss M, Blum W and Huntley I (Eds.), Halsted Pres, England, 196-204.

Lesh R and Caylor B (2007) Introduction to the Special Issue: Modelling as Application versus Modelling as a Way to Create Mathematics. *International Journal of Computer and Mathematics Learning*, 12: 1173-1194.

Lesh R and Doerr H (2003) Foundations of Model and Modeling Perspectives on Mathematics Teaching and Learning. *Beyond Constructivism: Models and Modeling Perspectives on Mathematics Problem Solving, Learning, and Teaching*, Lesh R A and Doerr H (Eds.), 1st edition, Lawrance Erlbaum Associates, Mahwah, NJ, 3-33.

Lesh R and Fennewald T (2010) Introduction to Part I Modeling: What is it? Why do it?. *Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies (ICTMA 13)*, Lesh R,. Galbraith P L, Haines C R and Hurford A (Eds.), ISBN: 9781441905604, Springer, New York, 510.

Lesh R, Hoover M, Hole B, Kelly A and Post T (2000) Principles for Developing Thought-Revealing Activities for Students and Teachers. *Handbook of Research Design in Mathematics and Science Education*, Lesh R and Kelly A (Eds.), Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ, 591-645.

Lesh R and Zawojewski J S (2007) Problem Solving and Modeling. *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning,* Lester F (Ed.), ISBN: 978-1593115869, Information Age Publishing, Greenwich, 763-804.

Lial M L, Hungerford T W, Holcomb J P and Mullins B (2014) Mathematics With Applications in the Management, Natural, and Social Sciences, 11th edition, ISBN: 978-0-321-93107-8, Pearson, USA.

Lingefjärd T (2006) Faces of Mathematical Modeling. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38 (2): 96-112.

Maaß K (2005) Barriers and Opportunities for the Integration of Modeling in Mathematics Classes: Results of an Empirical Study. *Teaching Mathematics and Its Applications*, 24 (2-3): 61-74.

Matsumiya T, Yanagimoto A and Mori Y (1989) Mathematics of a Lake-Problem Solving in the Real World. *Modelling Applications and Applied Problem Solving,* Niss M, Blum W ve Huntley I (Eds.), ISBN: 978-0745806334, Halsted Press, England, 87-97.

MEB Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı (2011) Ortaöğretim Matematik Dersi (9, 10, 11 ve 12. sınıflar) Öğretim Programı, Ankara.

MEB Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı (2013) Ortaöğretim Matematik Dersi (9, 10, 11 ve 12. sınıflar) Öğretim Programı, Ankara.

Moscardini A O (1989) The Identification and Teaching of Mathematical Modelling Skills. *Modelling Applications and Applied Problem Solving*, Niss M, Blum W and Huntley I (Eds.), Halsted Pres, England, 36-42.

Mousoulides N (2007) A Modeling Perspective in the Teaching and Learning of Mathematical Problem Solving. *Unpublished PhD Dissertation,* University of Cyprus.

Olkun S ve Toluk Z (2002) Textbooks, Word Problems and Student Success on Adition and Subtraction. *International Journal for Mathematics Teaching and Learning* (November, 18). http://www.cimt.org.uk/journal/olkuntoluk.pdf adresinden 23.08.2016 tarihinde erişilmiştir.

Organisation for the Economic Co-operation and Development (OECD) (2001) Knowledge and Skills for Life. First Results from PISA 2000. OECD, Paris.

Organisation for the Economic Co-operation and Development (OECD) (2003) The PISA 2003 Assesment Framework: Mathematics, Readings, Science and Problem Solving Knowlege and Skills, OECD, Paris.

Özenç B ve Selin A (2010) "PISA 2009 sonuçlarına ilişkin bir değerlendirme." Türkiye Ekonomi Platformu Araştırma Vakfı Değerlendirme Notu. http://www.tepav.org.tr/upload/files/1292255907-8. PISA 2009 Sonuçlarına İlişkin Bir Değerlendirme. pdf (2010).

Özer-Keskin Ö (2008) Ortaöğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Yapabilme Becerilerinin Geliştirilmesi Üzerine Bir Araştırma. *Yayınlanmamış Doktora Tezi*, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 220 s.

Özturan-Sağırlı M (2010) Türev Konusunda Matematiksel Modelleme Yönteminin Ortaöğretim Öğrencilerinin Akademik Başarıları ve Öz-düzenleme Becerilerine Etkisi. *Yayınlanmamış Doktora Tezi,* Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 165 s.

Peter-Koop A (2004) Fermi Problems in Primary Mathematics Classrooms: Pupils "Interactive Modelling Processes, *Proceedings of the 27th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia,* 27-30 Haziran 2004, Townsville, Australia, Mathematics Education for the Third Millenium: Towards 2010, Putt I, Farragher R, and McLean M (Eds.), 454-461.

Polya G (1957) *How to Solve It : A New Aspect of Mathematical Method*. Doubleday, New York.

Sandalcı Y (2013) Matematiksel Modelleme ile Cebir Öğretiminin Öğrencilerin Akademik Başarılarına ve Matematiği Günlük Yaşamla İlişkilendirmelerine Etkisi. *Yayınlanmamış Doktora Tezi.* Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Rize, 166 s.

Spanier J (1980) Thoughts About The Essentials Of Mathematical Modelling**.** *Mathematical Modelling***,** 1(1): 99-108.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

Sriraman B (2005) Conceptualizing the Notion of Model Eliciting. *Fourth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 1686-1696), 17-21 Şubat 2005, Sant Feliu de Guíxols, Spain.

Şen-Zeytun A (2013) An Investigation of Pre-service Teachers' Mathematical Modelling Processes and Their Views About Factors Affecting These Processes. *Yayınlanmamış Doktora Tezi*, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 204 s.

Tekin-Dede A ve Yılmaz S (2013) İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Modelleme Yeterliliklerinin İncelenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education,* 4(3): 185-206.

Thomas G B and Finney R L (2001) *Calculus ve Analitik Geometri*, 9. Baskı, Cilt 1, ISBN: 975-486-934-8, Beta, İstanbul.

Tuna A, Biber A Ç ve Yurt N (2013) Matematik Öğretmeni Adaylarının Matematiksel Modelleme Becerileri. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* (*GEFAD)*, 33(1): 129-146.

Türker B, Sağlam Y ve Umay A (2010). Preservice Teachers' Performances at Mathematical Modeling Process and Views on Mathematical Modeling. *Procedia Social and Behavioral Sciences,* 2: 4622–4628.

Ural A (2010) Matematik Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Becerilerinin İncelenmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi,* 2: 110-141.

Van Driel H J ve Verloop N (1999) Teachers' Knowledge of Models and Modelling in Science. *International Journal of Science Education*, 21(11): 1141-1153.

Yayan B (2009) Uluslararası Matematik ve Fen Çalışması (TIMSS 2007) ve Türk Öğrencilerinin TIMSS 2007'deki Matematik performanslarının Değerlendirilmesi. *Cito Eğitim: Kuram ve Uygulama Dergisi*, 3: 39-52.

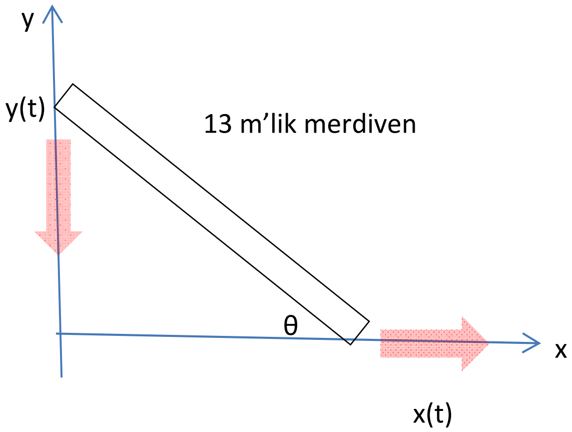
Zawojevski S J, Lesh L and English L (2003) Models and Modeling Perspectives on the Role of Small Group Learning Activities. *Beyond Constructivism: Models and Modeling Perspectives on Mathematics Problem Solving, Learning, and Problem Teaching*, Lesh R A and Doerr H (Eds.), 1st edition, Lawrance Erlbaum Associates, Mahwah, NJ, 337-358.

Zbiek R M and Conner A (2006) Beyond Motivation: Exploring Mathematical Modeling as a Context for Deepening Students' Understandings of Curricular Mathematics. *Educational Studies in Mathematics, 63*, 89- 112. doi: 10.1007/s10649-005-9002-4.

EK AÇIKLAMALAR

EK C: Ön Matematiksel Modelleme Beceri Testi

Soru 1-)



13 m uzunluğunda bir merdiven tabanı kaymaya başladığında bir eve dayanmaktadır. Taban evden 12 m uzaklığa geldiğinde taban 5 m/s hızla kaymaktadır. O anda merdivenin üst tarafı ne hızla kaymaktadır? Yer, duvar ve merdivenin oluşturduğu üçgenin alanı aynı anda ne oranda değişir? Merdivenle yer arasındaki θ açısı ne oranda değişir?

Soru 2-)

2010 yılı itibariyle, dünyada cep telefonu kullanıcılarının sayısı 4.6 milyarı buldu. Cep telefonları, iletişim kurmak için az veya çok miktarda elektro-manyetik radyasyon ve mikrodalga ışın yayıyor. World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü) ya da bilinen ismiyle WHO, konu hakkında titiz çalışmalar yürütüyor. Araştırmalara göre, kanser vakasına doğrudan neden olan bir cep telefonu vakası görülmüş değil. Ancak WiFi, Bluetooth, WiMAX gibi protokollerin işin içine girmesiyle yayılan radyasyon oranında artış görülüyor. Bu da, işleri biraz daha karmaşık hale getiriyor. Cep telefonlarından yayılan radyasyon Specific Absorption Rate (Özel Soğurma Oranı) yani SAR, insan vücudu tarafından absorbe edilen elektro-manyetik radyasyon oranı anlamına geliyor. Vücut ısısını yükseltme etkisine sahip. Amerika Federal İletişim Komisyonu tarafından, cep telefonlarında izin verilen SAR oranı, 1.71 olarak belirlenmiş. Daha yüksek SAR oranı içeren telefonların satışına izin verilmiyor. Bir cep telefonunun bataryasının eskimesinden dolayı yıllara göre yaydığı toplam SAR oranı aşağıdaki tabloda verilmiştir. Bu tabloya göre bir telefonun en fazla kaç yıl kullanılabileceğini ve bu işlemin sonsuzdaki durumu hakkında bilgi veriniz.

Yıllar SAR (Özel Soğurma Oranı) Oranı Amstron	
1	1
2	3/2
3	10/6
…	…

Soru 3-)

Ayın yüzeyinden yukarıya doğru dikey olarak 24 m/sn (yaklaşık 86 km/sa) hızla atılan bir taş t saniyede $s=24t-0.8\,t^2$ yükselir. Taşın t anındaki hızını ve ivmesini bulunuz. (Bu ivme aydaki yerçekiminin ivmesidir.) Taşın ne kadar zaman sonra en yüksek noktaya ulaşacağını, ne kadar yükseğe çıkacağını, ne kadar zaman sonra maksimum yüksekliğin yarısına ulaşacağını ve ne kadar süre havada kalacağını bulunuz.

Soru 4-)

2005-2020 yılları arasında, Wyoming eyaletinin nüfusu (x bin)

$$f(x)=18\ln(x)+478 \qquad (5 \leq x \leq 20),$$

olarak öngörülmektedir. (x=5, 2005 yılına karşılık gelmektedir.). Buna göre; 2020 yılına doğru nüfus artmakta mı yoksa azalmakta mıdır? Popülasyon fonksiyonunun grafiği yukarı bükey mi yoksa aşağı bükey mi olduğunu belirleyiniz ve bunun Wyoming için ne anlama geldiğini açıklayınız.

Soru 5-)

Posta idaresi, 2005 yılı başında 2000 grama kadar olan postalar için yurt dışı posta gönderim ücretlerini aşağıdaki tablo ile açıklamıştır.

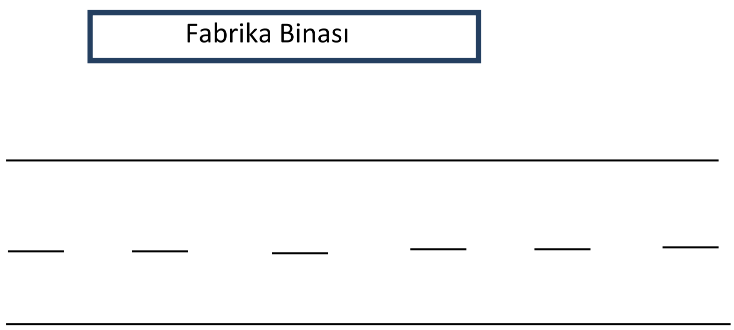
Ağırlık Kademeleri	Ücret (TL)
20 grama kadar	0.80
50 grama kadar	1.25
100 grama kadar	1.70
250 grama kadar	3.50
500 grama kadar	6.00
1000 grama kadar	12.00
2000 grama kadar	17.50

Buna göre;

x gram ağırlığındaki bir postanın taşıma ücretini TL cinsinden, U(x) parçalı fonksiyonu ile modelleyiniz. U(x)'in grafiğini çiziniz. U(70) ve U(100) değerlerini bulunuz. U(x) fonksiyonunun x=70 ve x=100 noktalarındaki limitlerini bulunuz ve sürekli olup olmadıklarını araştırınız.

Soru 6-)

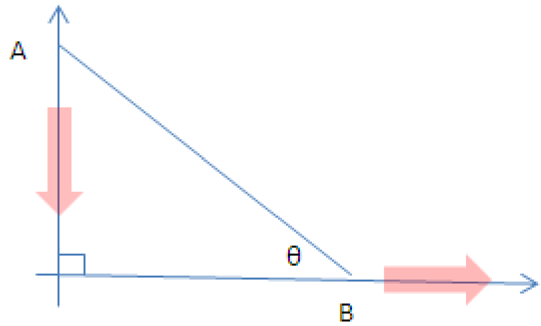
İnşaat malzemeleri yapan bir fabrikada ürünlerin depolanması için yeni bir alana ihtiyaç duyulmaktadır. Şirketin lojistik müdürü fabrikaya bitişik 10.800 m^2'lik dikdörtgen şeklindeki bir bölgenin çitle çevrilmek suretiyle depo olarak kullanılabileceğini düşünmektedir. Çitle kapatılacak bölge bir tarafta fabrikanın duvarını kullanacaktır. Ayrıca, Şekil 1'de görüldüğü gibi depolama bölgesinin önünden uygun mesafede otoyol geçtiğinden bu tarafa yapılacak çitin diğerlerinden daha yüksek ve güvende olması gerekmektedir.



Depolama bölgesinin yan kenarlarına yapılacak çitin maliyeti metre başına 200 TL iken, ön tarafına yapılacak çitin maliyeti 300 TL olacaktır. Çitin maliyetinin en az olacak şekilde depolama bölgesinin boyutlarının belirlenmesi gerekiyor. Depolama bölgesinin boyutlarını ve çitin maliyetini hesaplayınız. Eğer otoban tarafına daha pahalı bir çit yapılacak olsaydı (örneğin 400 TL/m), maliyet ve depolama bölgesinin boyutları nasıl değişirdi?

EK B: Son Matematiksel Modelleme Beceri Testi

1. Soru: A ve B dik açıyla birleşen düz sokaklarda yürümektedir. A köşeye 2 m/s hızla yaklaşırken, B köşeden 1 m/s hızla uzaklaşmaktadır. A köşeden 10, B ise 20 m uzaktayken, ϴ açısı hangi hızla değişir? Köşe noktası ile A ve B'nin bulunduğu noktaların oluşturduğu üçgenin alanı ne hızla değişmektedir?



2. Soru: Tahmini 19700 adet virüs taşıyan gribal enfeksiyonlu bir hastanın alışveriş merkezinde birkaç kez hapşırması ve öksürmesi yüzlerce kişiye virüsün bulaşmasına sebep olmaktadır. Hasta olan kişide virüslerin çoğalmadığı kabul edilirse ilk hapşırdığında vücuttan yaklaşık 10000 virüs, ikinci hapşırdığında 5000 virüs, üçüncü hapşırdığında 2500 virüs dışarı atılacak şekilde devam etmektedir. Bu kişinin vücudunda bulunan toplam virüsü atabilmesi için kaç kez hapşırması gerektiğini ve bu durumun sonsuz kez tekrarlanması hakkında yorum yapınız.

3. Soru: Bir dinamit patlaması ağır bir kayayı 160 ft/s yaklaşık (109 mil/sa) hızla yukarı doğru fırlatır. t saniye sonra kaya $160t-16t^2$ yüksekliğe ulaşır.

a) Kaya ne kadar yükseğe çıkar?

b) Kaya yukarı çıkarken ve aşağı inerken yerden 256 ft olduğunda kayanın hızı ve sürati nedir?

c) Kayanın (patlamadan sonraki) herhangi bir zamanındaki ivmesi nedir?

d) Kaya yere ne zaman çarpar?

4. Soru: Amerika Birleşik Devletleri, 2009-2012 yılları arasında hükümet harcamaları ve brüt yatırımları (milyon dolar olarak)

$$f(x)= 519\ln(x)+1768 \qquad (9\leq x\leq 12)$$

fonksiyonu ile hesaplamaktadır. (x=9, 2009 yılına karşılık gelmektedir.)

a) Bu zaman aralığında, hükümet harcamaları artmakta mı yoksa azalmakta mıdır? Açıklayınız.

b)f fonksiyonunun grafiğinin aşağı bükey mi yoksa yukarı bükey mi olduğunu belirterek, bunun ne anlama geldiği hakkında yorum yapınız.

5. Soru: Bir havalimanının park alanında ücretlendirme ilk iki saate kadar, her yarım saat başına 2 TL, sonraki 3 ile 8 saat arasında her bir saat dilimi için 4 TL olarak belirlenmiştir. Günlük alınan ücret miktarının maksimum 36 TL olduğu bilinmektedir. C(x), her x saat için TL cinsinden park ücretini temsil etmek üzere, C(x) fonksiyonunun grafiğini çizerek x=1.5, x=5 ve x=10 noktalarında C(x) fonksiyonunun limitlerini araştırınız. C(x)'in süreksiz olduğu yerleri belirleyiniz.

6. Soru: Bir çiftçi, nehir kenarındaki arazisinin 5400 m2'lik dikdörtgen şeklinde bir kısmını çitle çevirerek tarla yapmak istemektedir. Çiftçi, nehir tarafını çit ile çevirmeye gerek olmadığını düşünmektedir. Çiftçinin elinde iki farklı malzeme bulunmaktadır. Yan kenarlara yapılacak olan telin metresi 20 TL, ön tarafa (nehir karşısına) yapılacak olan telin metresi 30 TL'dir. Buna göre, tarlanın boyutlarını belirleyerek, çitin toplam maliyetini hesaplayınız. Eğer, yan kenarlar daha ucuz bir tel ile çevrilecek olsaydı (örneğin 10 TL/m) maliyet ve tarlanın boyutları nasıl değişirdi? Yorumlayınız.

EK C: Öz-Değerlendirme Formu

Grup Adı:

Etkinlik Adı:

1. Grubunuzla birlikte problem çözme sürecinizi açıklayınız. (Yanlış da olsa farklı düşünce yollarınız olduysa belirtiniz.)

2. Problemi çözerken (eğer varsa) karşılaşmış olduğunuz zorluklar nelerdi? Bunların üstesinden nasıl geldiniz?

3. Bu problemin ardındaki matematiksel fikir ve kavramlar nelerdir? (Yeni bir kavram mı öğrendiniz yoksa bildiğiniz kavramlar mıydı? Eğer bildiğiniz kavramlar ise, o kavram ile ilgili düşüncelerinizde herhangi bir değişiklik oldu mu?

4. Problemi çözerken grafik, tablo, şekil ve denklem gibi matematiksel temsilleri kullandınız mı? Eğer kullandıysanız ne şekilde kullandınız? Açıklayınız.

5. Bu problemin çözümü sonucunda neler öğrendiniz?

EK D: Matematiksel Modelleme Süreci Gözlemci Kontrol Formu

Gözlemci:…………………………………………..   **Tarih**:…./…./……

Etkinlik Adı:……………………………………….

Sayın Gözlemci,

İlköğretim Matematik Öğretmenliği 2. sınıfta öğrenim gören öğretmen adayları ile gerçekleştirilecek olan, matematiksel modelleme etkinlikleri çözme sürecinde öğretmen adaylarına yönelik gözlemlerinizi ayrıntılı bir şekilde belirtiniz.

Arş. Gör. Gülzade KARACI

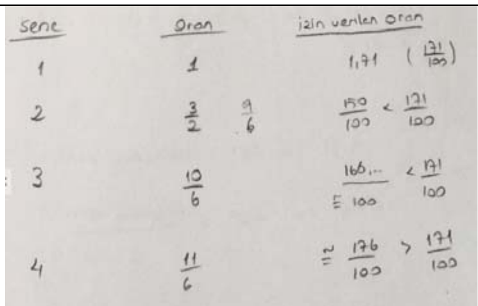
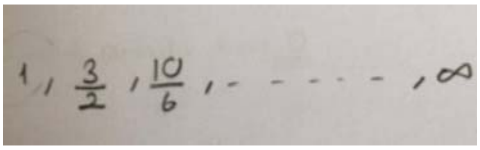
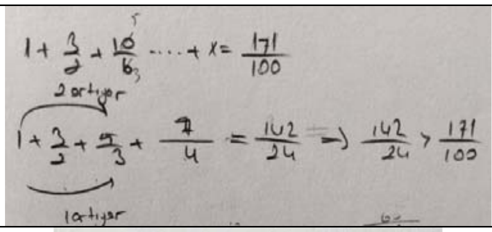
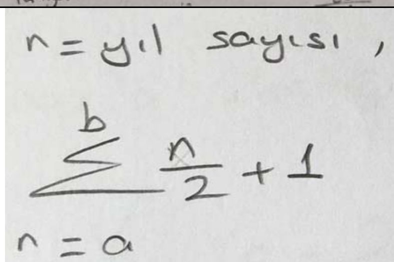
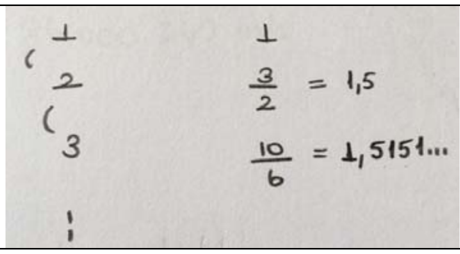
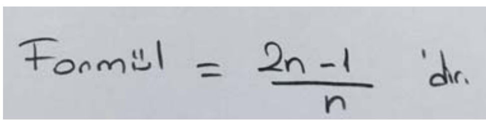
1. Öğretmen adaylarının problem ile ilk karşılaştıklarında tepkileri nasıl oldu? (katılım, isteklilik veya gözlemlenen diğer tepkiler)

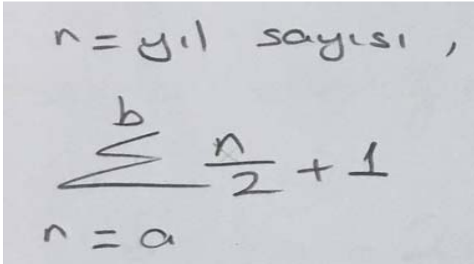
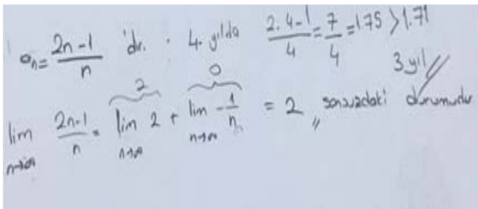
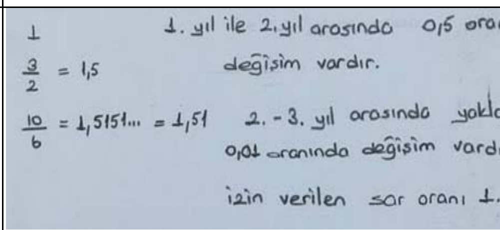
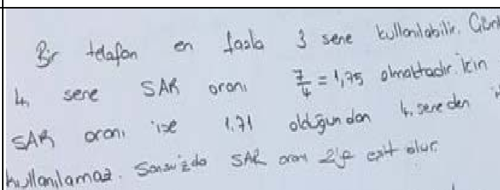
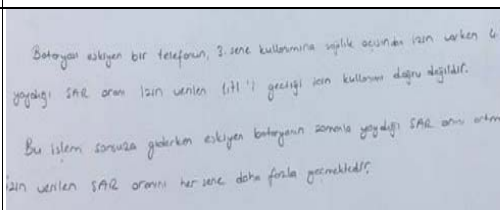
2. Gruplar çözümlerini tamamladıktan sonra, her grup tartışmaya katıldı mı? Grup tartışması sürecine dair gözlemlerinizi yazınız.

3. Bu etkinlik için her grup aynı çözüm yolunu mu sundu yoksa farklı çözümler ortaya çıktı mı? Yanlış çözüm yolları üzerine tartışıldı mı?

4. Bunların dışında dersin akışına dair diğer gözlemleriniz varsa belirtiniz.

EK E: Ön Matematiksel Modelleme Beceri Testi 2. Sorusunun Analitik Dereceli Puanlama Anahtarına Göre Puanlandırılmasına Örnekler

Aşama	Kategoriler	Puan	Örnek Çözüm	Açıklama
Problemi Anlama	Problemin tamamını anlamış ise	2		Problemde yıllara karşılık gelen oranlar verilerek, 1.71'den küçük orana sahip olan en büyük yılı bulmaları istenmektedir. Bu öğretmen adayına, çözümünü devam ettiremese de problemi anladığı düşünülerek bu aşamadan 2 puan verilmiştir.
	Problemi kısmen anlamış ise	1		Bu çözümde bir dizi oluşturma yoluna gidilmiş fakat değerlerin 1.71'den küçük olup olmadığına bakılmamıştır. Dolayısıyla, öğretmen adayının problemi kısmen anladığı düşünülerek 1 puan verilmiştir.
	Problemi anlamamış ise	0		Bu çözümde öğretmen adayı problemde verilen değerlerin toplamından bir seri oluşturmaya çalışmıştır. Dolayısıyla problemde verilen tabloyu anlamlandıramadığı düşünülerek 0 puan verilmiştir.
Değişkenleri Seçme	Değişkenlerin tamamını belirlemiş ise	2		Bu problem için uygun değişken yalnızca yıl sayısıdır. Dolayısıyla, yıl sayısı olarak "n" değişkenini belirleyen bu öğretmen adayına 2 puan verilmiştir.
	Değişkenleri eksik belirlemiş ise	1	–	Bu problem için değişkenleri eksik belirleyen öğretmen adayı bulunmamaktadır.
	Uygun değişkenleri seçmemiş ise	0		Bu çözümde öğretmen adayının yalnızca verilenleri yazdığı ve uygun değişken belirlemediği görülmektedir. Dolayısıyla bu aşamadan 0 puan verilmiştir.
Modeli Kurma	Modeli oluşturmuş ise	2		Bu problemde model, bir dizinin genel teriminin oluşturulmasına yöneliktir. Öğretmen adayı uygun formülü oluşturduğundan 2 puan verilmiştir.
	Modeli eksik oluşturmuş ise	1	–	Bu problem için modeli eksik oluşturan öğretmen adayı bulunmamaktadır.

	Modeli hiç oluşturamamış ise	0	 n = yıl sayısı , $\sum_{n=a}^{b} \frac{n}{2} + 1$	Bu çözümde öğretmen adayı modeli yanlış oluşturmuştur. Hem dizinin genel terimini yanlış bulmuş, hem de seri toplamı halinde yazmaması gerektiği halde yazmıştır ve bu aşamadan 0 puan almıştır.
Matematiksel Problemi Çözme	Doğru çözümü bulmuş ise	2	 $a_n = \frac{2n-1}{n}$ 'dir. 4. yılda $\frac{2.4-1}{4} = \frac{7}{4} = 1{,}75 > 1{,}71$ 3 yıl $\lim_{n\to\infty} \frac{2n-1}{n} = \underbrace{\lim_{n\to\infty} 2}_{2} + \underbrace{\lim_{n\to\infty} -\frac{1}{n}}_{0} = 2$, sonsuzdaki durumudur	Öğretmen adayı uygun modeli oluşturarak problemin doğru cevabını “3 yıl” olarak bulmuş ve sonsuzdaki durum için dizinin limitini doğru bir şekilde hesaplamıştır. Dolayısıyla bu aşamadan tam puan almıştır.
	Çözüm esnasında işlem hatası yapmış ya da problemin bir kısmının doğru çözümüne ulaşmış ise	1	–	Bu problem için problemi kısmen çözen veya çözüm esnasında işlem hatası yapan öğretmen adayı bulunmamaktadır.
	Çözüm bulamamış ise	0	 1 1. yıl ile 2. yıl arasında 0,5 ora $\frac{3}{2} = 1{,}5$ değişim vardır. $\frac{10}{6} = 1{,}5151... = 1{,}51$ 2. - 3. yıl arasında yakl 0,01 oranında değişim vard izin verilen sar oranı 1.	Öğretmen adayı uygun modeli oluşturamamış ve problemin çözümünü bulamamıştır. Dolayısıyla bu aşamadan 0 puan almıştır.
Çözümü Günlük Hayata Yorumlama	Çözümü günlük hayata uygun şekilde yorumlamış ise	2	 Bir telefon en fazla 3 sene kullanılabilir. Çünkü 4. sene SAR oranı $\frac{7}{4} = 1{,}75$ olmaktadır. İzin SAR oranı ise 1,71 olduğundan 4. seneden kullanılamaz. Sonsuzda SAR oranı 2'ye eşit olur.	Öğretmen adayı sayısal olarak bulduğu cevabı gerçek hayata yorumlamıştır. Dolayısıyla bu aşamadan tam puan almıştır.
	Çözümü yorumlarken bir kısmında yanlış ifade kullanmış ise	1	 Bataryası eskiyen bir telefonun, 3. sene kullanımına sağlık açısından izin verken 4. yaydığı SAR oranı izin verilen 1,71'i geçtiği için kullanımı doğru değildir. Bu işlem sonsuza giderken eskiyen bataryanın zamanla yaydığı SAR oranı artma izin verilen SAR oranını her sene daha fazla geçmektedir.	Öğretmen adayı sonsuzdaki durumu yorumlarken sonsuza giderken sürekli artma olacağından bahsetmiş fakat sonsuzdaki oranın 2’ye eşit olacağını ifade etmemiştir. Dolayısıyla bu aşamadan 1 puan almıştır.
	Çözümü tamamen yanlış yorumlamış ise ya da hiçbir yorum yapamamış ise	0	–	Problemi çözemeyen öğretmen adayları günlük hayata yorumlama yapmadan işlemlerini sonlandırmışlardır ve bu aşamadan 0 puan almışlardır.

ÖZGEÇMİŞ

1990 yılında Zonguldak Merkez'de doğdu. İlk ve orta öğrenimini Zonguldak Merkezi'ne bağlı Mimar Sinan İlköğretim Okulu'nda, lise öğrenimini Zonguldak İMKB Anadolu Öğretmen Lisesi'nde tamamladı. 2008 yılında giriş yaptığıs Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü Matematik Öğretmenliği Programından 2013 yılında mezun oldu. 2014 yılında Bülent Ecevit Üniversitesi Ereğli Eğitim Fakültesi'nde araştırma görevlisi olarak çalışmaya başladı. Aynı zamanda 2014 yılında Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Bölümü Matematik Eğitimi Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı. Halen Bülent Ecevit Üniversitesi Ereğli Eğitim Fakültesi'nde görevine devam etmektedir.

ADRES BİLGİLERİ:

Adres: Bülent Ecevit Üniversitesi Ereğli Eğitim Fakültesi
Tel: (+90) 372 323 38 70

E-posta: gulzade.karaci@gmail.com