SİVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ
ANA BİLİM DALI
MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

ORTAÖĞRETİM ÖĞRENCİLERİNİN MATEMATİKSEL MODELLEME PROBLEMLERİNE İLİŞKİN ÇÖZÜM YAKLAŞIMLARININ MATEMATİK ÖĞRETMENLERİ TARAFINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

MURAT ÇAKAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

Dr. Öğr. Üyesi Seval IŞIK

SİVAS-2019

ORTAÖĞRETİM ÖĞRENCİLERİNİN MATEMATİKSEL MODELLEME PROBLEMLERİNE İLİŞKİN ÇÖZÜM YAKLAŞIMLARININ MATEMATİK ÖĞRETMENLERİ TARAFINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Murat ÇAKAN

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi

Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı İçin Öngördüğü

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Olarak Hazırlanmıştır

Dr. Öğr. Üyesi Seval IŞIK

SİVAS

Mayıs, 2019

KABUL VE ONAY

Murat ÇAKAN'ın hazırlamış olduğu "Ortaöğretim Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Problemlerine İlişkin Çözüm Yaklaşımlarının Matematik Öğretmenleri Tarafından Değerlendirilmesi" başlıklı bu çalışma, 29.04.2019 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından, "Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Ana Bilim Dalı, Matematik Eğitimi Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç.Dr. Temel KÖSA (Jüri Başkanı)

Dr.Öğr.Üyesi Seval IŞIK (Danışman)

Doç.Dr.Fatih KARAKUŞ (Üye)

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

..../..../

Prof.Dr.Hakan KOÇ
Enstitü Müdürü

ETİK SÖZÜ

Cumhuriyet Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Tez Yazım Kılavuzu (Yönerge)'nda belirtilen kurallara uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- ✓ Bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- ✓ Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- ✓ Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere, bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu ve atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- ✓ Bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- ✓ Tezin herhangi bir bölümünü, Cumhuriyet Üniversitesi veya bir başka üniversitede, bir başka tez çalışması olarak sunmadığımı; beyan ederim.

23/05/2019

Murat ÇAKAN

ÖZET

ÇAKAN, Murat, Ortaöğretim Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Problemlerine İlişkin Çözüm Yaklaşımlarının Matematik Öğretmenleri Tarafından Değerlendirilmesi, Sivas, 2019

Araştırma, Sivas il sınırları içinde bulunan bir devlet lisesinin 12. sınıfında öğrenim gören, merkezi sınav ile yerleşmiş ve modelleme problemlerinde geçen ilgili konuları daha önceden görmüş 16'sı kız, 10'u erkek olmak üzere toplam 26 öğrenci ve bu öğrencilerin matematik öğretmenleri ile yürütülmüştür. Çalışmanın amacı ortaöğretim öğrencilerinin matematiksel modelleme problemlerine ilişkin çözüm yaklaşımlarının matematik öğretmenleri tarafından değerlendirilerek öğrencilerin ve öğretmenin matematiksel modelleme üzerine bakış açılarının ve yeterliliklerinin ne düzeyde olduğunu belirlemektir. Araştırmanın yöntemi nitel araştırma, deseni ise doğasına uygun olan "özel durum çalışması" olarak belirlenmiştir. Bu kapsamda sınıf içi yapılan uygulamalar gözlemlenmiş, öğrenciler ve öğretmenlerle görüşmeler yapılmış, ilgili dokümanlar incelenmiştir. Öğrenciler gerçek hayat problemlerinin çözümünde birçok farklı çözüm yaklaşımı kullanmışlardır. Bu çözüm yaklaşımlarıyla öğrencilerin matematiksel modelleme etkinliklerinin çözümünde cebirsel, şekilsel, grafiksel, tablosal gösterimlerinden ve sözel olarak yaklaşımlardan faydalanarak çözüm yolları geliştirdikleri ve anladıklarını bu gösterimlerle anlamlandırdıkları görülmüştür. Matematiksel modelleme uygulaması sonunda öğrencilerin matematiksel bir model oluşturmaktan daha çok sözel olarak tahmin yürütme yoluna gittikleri anlaşılmıştır. Öğrenciler uygulanan matematiksel modelleme problemlerinin kesin bir çözümü olmadığından bir çok varsayımı içinde bulunduran, üst düzey düşünme gerektiren mantık soruları olarak tanımlamışlardır. Öğrenciler matematiksel modelleme problemlerini daha çok mantıksal sorular ve günlük hayatla ilişkili sorular olarak tanımlamışlardır.

Anahtar Kelimeler: Matematiksel modelleme, Gerçek Hayat Problemi, Matematiksel Modelleme Etkinlikleri

ABSTRACT

ÇAKAN, Murat, Mathematics Teachers' Evaluation Of Secondary School Students' Approaches With Regard To The Solutions Of Mathematical Modeling Problems, Sivas, 2019

The research was conducted with mathematics teachers of 26 students (16 female, 10 male) who had previously studied the 12th grade of a state high school in Sivas province and who had previously been involved in modeling problems. The aim of this study was to find out teachers’ evaluatios of students’ solution approaches to some modeling questions asked, and also to examine indirectly the perspectives, perceptions and competencies of teachers about modeling. The method of the research is determined as qualitative research and its design is determined as "special case study". In this context, in-class practices were observed, interviews were made with students and teachers and related documents were examined. Students have used many different solution approaches to solve real life problems. With these solution approaches, it was seen that the students developed and understood the solution paths by using the algebraic, formal, graphical, tabular representations and verbal approaches in solving the mathematical modeling activities. At the end of mathematical modeling, it was understood that the students were more likely to make a verbal prediction than to create a mathematical model. Since students do not have a definite solution of mathematical modeling problems, they have defined it as logic questions that includes many assumptions and require high level thinking. The students mostly defined mathematical modeling problems as logical questions and questions related to everyday life.

Key Words: Mathematical modeling, Real life problem, Mathematical modeling activities

ÖNSÖZ

Araştırmam süresince bilgisini, hoşgörüsünü ve vaktini hiçbir zaman esirgemeyen, göstermiş olduğu sabır ve vermiş olduğu emeklerden ötürü başta tez danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Seval IŞIK' a;

Yüksek lisans ders aşamasında aldığım matematiksel modelleme dersi ile bu konu üzerinde çalışmam konusunda beni teşvik edip cesaretlendiren değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Handan DEMİRCİOĞLU'na;

Tez çalışmam sırasında bilgi ve önerileriyle araştırmalarıma katkı sağlayan Sayın Doç. Dr. Fatih KARAKUŞ'a;

Eğitim hayatım boyunca her daim desteklerini ve sonsuz güvenlerini yanımda hissettiğim aileme;

Ayrıca, beni kendilerinden biri gibi kabul edip, sınıflarını bana açan ve çalışmama büyük bir içtenlikle katılarak bu tezin var olmasını sağlayan öğrencilere ve onların matematik öğretmenlerine katkılarından dolayı teşekkürü bir borç bilirim.

Murat ÇAKAN

SİVAS – 2019

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM III

YÖNTEM

BÖLÜM IV

BULGULAR

BÖLÜM V

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil **Sayfa**

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo **Sayfa**

KISALTMALAR LİSTESİ

MEB **:** Milli Eğitim Bakanlığı

TYÇ **:** Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi

MOE **:** Model Oluşturma Etkinlikleri

MME **:**Matematiksel ModellemeEtkinlikleri

MMP **:** Matematiksel Modelleme Problemleri

DKS **:** Ders Kitaplarında Yer Alan Sorular

BÖLÜM I

GİRİŞ

Bu bölümde; araştırma problemi, alt problemler, araştırmanın amacı, önemi, sınırlılıkları, varsayımları ve araştırmada geçen önemli birkaç kavramın tanımı gibi başlıklara yer verilmiştir.

Matematiksel modelleme en genel anlamda, doğada gerçekleşen bir olayı ve olaylar arasındaki ilişkileri matematiksel yöntemler kullanarak ifade ve analiz etmeye çalışma işlemidir (Verschaffel, Greer ve De Corte, 2002). Matematiksel yöntemler kullanarak modelleme yapmak ve analiz etmek doğada cevabını bilmediğimiz birçok problemin çözümünü vermemiz veya çözümünü tahmin etmemiz açısından büyük önem teşkil etmektedir. Bu yöntemler tıp, ekonomi, çeşitli mühendislik dallarında da kullanılmakta ve günümüz teknolojisinin ilerlemesine katkı sağlamaktadır. Bu nedenle son yıllarda matematiksel modelleme üzerine yapılan çalışmalar fen bilimlerinde olduğu kadar matematik öğretiminde de önemli ölçüde artış göstermiştir. Mevcut problem türlerinin öğrencilerin matematiği daha anlamlı ve gerçek hayatla ilişkili öğrenmelerine katkı sağlayamadığı düşüncesi, modellemenin matematik eğitiminde kullanılması fikri için temel dayanak olmuştur (Erbaş vd., 2014). Ayrıca; toplumun insanlardan ve eğitim dünyasından beklentilerini de farklı boyutlara taşınması konusunda bilginin ve teknolojinin hızlı gelişimine katkısı yadsınamaz. Matematik eğitimcileri açısından bu beklentiler; öğrendiği matematiği günlük yaşantısına aktarabilen, gerçek problem durumunda etkili çözümler üretebilen, matematikten korkmak yerine matematiği seven bireyler yetiştirmek yönünde olmuştur (Doruk ve Umay, 2011).

1.1. Problem Durumu

Matematiksel modelleme matematik eğitiminde son yıllarda tartışılan ve önem kazanan konulardan birisidir. Fakat dünyada modelleme konusuna sınıf içi uygulamalarında, istenilen düzeyden daha az önem verilmektedir. Bunun temel sebebi; eğitim hedefleri ve okul uygulamaları arasında boşluk olduğundan öğretmenler ve öğrenciler için modellemenin zor olmasıdır (Lesh ve Doerr 2003). Matematik öğretiminde yaşanan bu zorluğun giderilebilmesi için, öğrencilerin matematiğin önemini kavrayabildikleri günlük yaşamdan alınmış ve gerçek matematiksel problemleri çözebildikleri örneklere yer verilmelidir (Kaiser ve Schwarz, 2006).

Günümüzde birçok farklı alanda hızla gelişen teknolojiyle birlikte, matematiksel modellemeyi kullanarak problem çözme becerisine sahip bireylere olan ihtiyaç da artmaktadır (Lingefjärd, 2006). Bu ihtiyacın karşılanabilmesi için öğrencilerden eğitimleri sürecinde beklenen özellikler gibi, öğretmenlerinde mesleki ilerlemeleri için edindikleri bilgilerini arttıracakları, geliştirecekleri ve paylaşabilecekleri, farklı tecrübeler ve ortamların sağlanması gerekmektedir. Bu nedenle matematiksel modelleme, her kademe düzeyindeki öğretmenler için teknoloji, pedagoji ve alan bilgilerini bir arada kullanılabilecekleri problem durumları sağlamaktadır (Crouch ve Haines, 2004). Bu bağlamda öğrencilerin kurdukları farklı modelleri gören öğretmen böylelikle kendi model imajını da zenginleştirmiş olacaktır. Öğretmenlerin zihinsel modellerinin öğrencilerin sahip oldukları modellerden daha geniş bir perspektife sahip olmaları önem taşımaktadır. Bu nedenle modelleme etkinlikleri öğretmenlerin kendilerini geliştirebilmeleri ve etkili öğretim sağlayabilmeleri için bir fırsat olarak sunulmaktadır (Lesh ve Doerr, 2003).

1.2. Problem Cümlesi

Bu araştırmanın problemi; ortaöğretim öğrencilerinin matematiksel modelleme problemlerine ilişkin çözüm yaklaşımlarının matematik öğretmenleri tarafından değerlendirilerek öğrencilerin ve öğretmenin matematiksel modelleme üzerine bakış açılarının ve yeterliliklerinin ne düzeyde olduğunu belirlemektir.

1.3. Alt Problemler

Alt problemler ise aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

1. Matematiksel Modellemeye yönelik öğrencilerin modelleme yeterlikleri nasıldır?
2. Öğrencilere ve öğretmene göre matematiksel modelleme etkinliklerinde karşılaşılan güçlükler nelerdir?
3. Öğrenciler modelleme problemlerinde ne tür çözüm yaklaşımları kullanmaktadır?

1.4. Araştırmanın Amacı

Yapılan bu çalışmanın amacı ortaöğretim öğrencilerine birtakım modelleme soruları sorularak onların çözüm yaklaşımlarının matematik öğretmenleri tarafından değerlendirilmesi ve bu değerlendirme sonucunda öğretmenin ve öğrencilerin modellemeye ilişkin görüşlerini belirlemektir.

1.5. Araştırmanın Önemi

Yapılan bu çalışma öğrencilerin ve öğretmenin aynı süreç içerisinde matematiksel modellemeye yönelik bakış açılarının derinlemesine ve ayrıntılı olarak ortaya çıkarabilmesi yönünden önemli olduğu düşünülmektedir. Bu sayede Türkiye'de matematik eğitiminde matematiksel modelleme ile ilgili çalışma yapacak kişilere önemli bir veri kaynağı olacağı ve matematik öğretiminin yanı sıra pedagojik bilgisi bakımından, matematik eğitimine de önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.6. Varsayımlar

Bu araştırmanın varsayımları aşağıdaki şekildedir:

Öğrenciler sorulara yanıt verirken gerçek duygu ve düşüncelerini ifade etmişlerdir.

Öğretmenle yapılan görüşmelerde öğretmenin bu görüşmede yer alan soruları açık yüreklilik ve içten bir şekilde cevapladığı varsayılmıştır.

Öğrenciler modelleme soruları üzerine çalışırken ve öğretmenlerde çözüm yaklaşımlarını değerlendirirken gerçek güçlerini ortaya koyduğu varsayılmıştır.

Matematiksel modelleme etkinlikleri süresince araştırmacı, katılımcı gözlemci olarak bulunduğu sınıfın bir üyesi olarak kabul edilmiş ve sınıfın doğal ortamının bozulmadığı varsayılmıştır.

1.7. Sınırlılıklar

Çalışma Sivas ilinde eğitim veren ve merkezi sınavla öğrenci alan ortaöğretim kurumundaki 12. sınıfların bir şubesindeki öğrenciler ve onların matematik öğretmenlerinin katılımıyla sınırlandırılmıştır. Dönem olarak 2018-2019 eğitim-öğretim yılı 2. dönemi esas alınmıştır. Araştırma, matematiksel modelleme problemlerinde kullanılan çözüm yaklaşımlarının ve bu yaklaşımlardan çıkan sonuçların öğretmen ve öğrencilerle görüşülmesi ve ilgili dokümanların incelenmesi ile sınırlandırılmış, öğretmen ve öğrenciler araştırmaya gönüllü olarak katılmışlardır.

1.8. Tanımlar

Araştırmada göz önünde bulundurulması gereken ilgili tanımlar aşağıda verilmiştir.

Model: Karmaşık sistemleri ve yapıları yorumlamak ve anlamak için zihinde var olan kavramsal yapılar ile bu yapıların dış temsillerinin bütünüdür (Lesh ve Doerr, 2003).

Modelleme: Model ve modelleme terimleri arasındaki anlam farkı, süreç ve ürün arasındaki anlam farkına benzer. Modelleme karşılaşılan bir problemin modelini oluşturmak için başvurulan bir süreçtir (Sriraman, 2005).

Matematiksel Model: Matematiksel model bir problem durumunu matematiksel olarak ifade edebilmek için zihinde var olan veya oluşturulan denklem, fonksiyon, grafik ve matematiksel düşünme becerileri gibi yapılardır (Kertil, 2008).

Matematiksel Modelleme: Matematiksel modelleme, gerçek hayattan bir durumun matematiksel olarak ifade edilmesi sürecidir (Doruk, 2010).

Gerçek Hayat Problemi: Problemlerin konusu genellikle çevresel bir olay veya problemin gerektirdiği düşünme modeli çevresel başka olaylara açıklık getirmede de kullanılabilecek türden bir süreci olan problemlerdir (Altun, 2005).

Matematiksel Modelleme Etkinlikleri: Matematiksel modellemenin sınıf ortamında yapılmasıdır (Lesh, Hoover, Hole, Kelly ve Post, 2000).

BÖLÜM II

İLGİLİ YAYIN VE ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde; araştırmanın temelini oluşturan teorik yapı detaylı bir şekilde ele alınmıştır.

2.1. Model ve Modelleme

Birbirine benzemeyen birçok etkinlik ve objeyi tanımlamak için model ve modellemeden faydalanılır (Millwood ve Stevens'a 1990). Bunun içindir ki; Model nedir? sorusundaki model kavramını tanımlarken modelin çerçevesini oluşturmak bir hayli zordur.

Model ve modelleme birbirine benzeyen terimler gibi görünse de, farklı anlamlara karşılık gelmektedir. Model daha çok modellemeden elde edilen bir ürünken, modelleme bir süreci ifade eder. Karmaşık olan fiziksel yaşama ait gerçekleri bir dizi anlamlı sembollerle ifade edip basitleştiren model, günlük yaşantımızda gerçek yaşamı yansıtmanın imkansız olduğu ya da o andaki gerçeğe erişimin sınırlı olduğu durumlarda karşımıza çıkar. Örneğin, bir mimar, satış yapmadan önce inşa edeceği binayı modelleyerek, bu binanın özelliklerini gösterebilir. Moda tasarımcıları, sergilemek istedikleri kıyafetleri modeller üzerine giydirerek, diğer insanların kıyafetlerinin görünümlerine dair fikir sahibi olmalarını sağlayabilirler. Benzer şekilde günlük yaşantımızda modellerle ilgili bunun gibi birçok örnek gösterilebilir. Fakat gösterilecek bütün modelleme örneklerinde iki ortak nokta söz konusu olacaktır. Ortak noktalardan ilki, modellerin gerçeği karşılayabilmesi veya gerçeği düşündürebilmesi için oluşturulmuş olmasıdır. Ortak noktalardan ikincisi ise, modeller, karmaşık olan bazı şeylerin daha basitleştirilmiş ya da daha idealleştirilmiş hali olmasıdır (Lingefjärd 2007; Özturan Sağırlı, 2010).

Genel anlamda modeller direkt olarak deneyimlenemeyen veya görülemeyen şeyleri anlamamızı sağlayan zihinsel bir resimdir (Dorin, Demin ve Gabel, 1990). Diğer bir ifadeyle modeller en genel anlamıyla bir fikri, bir nesneyi ya da olguyu görselleştirerek bunları ifade eden sistemler bütünüdür (Gilbert, Boulter ve Elmer, 2000). Ancak; araştırmacıların birçoğu, modeli genel bir tanımla açıklamak yerine, bütün bilimsel modellerde görülebilen ortak özelliklerin tanımlanmasının daha anlaşılır olacağını söylemektedirler. Bu araştırmacılardan Van Driel ve Verloop (1999), modellerden bilime dayalı olanlarının benzer niteliklerini kapsamlı bir biçimde açıklamıştır. Bu ortak özellikler üzerine yapılan modelleme tanımlarından bahsedilecek olunursa söz konusu ortak noktaları da açıkça görülebilir. Harrison (2001)'e göre model, karmaşık bir yapıya tesir eden durumlara yönelik zihinsel modellerin birleştirilmesiyle, bu durumun farklı bir şekilde dış dünyaya transfer etmedir ve genel olarak model, bu karmaşık durumun ya da nesnenin oluşumunu görmemizi sağlayan yalınlaştırılmış temsilidir (Harrison, 2001). Bu durum ise fiziksel ya da zihinsel, yalın ya da kompleks, gerçek ya da farazi, olabilen nesneler dizisidir (Hestenes, 2010).

Model, kompleks durumları anlamak ve bu durumları açıklamakta kullanılan kavramsal sistemlerdir. Başka bir yaklaşımla model zihinde var olan bu kavramlar yardımıyla karmaşık bu durumların dış temsillerinin oluşturulması olup, gerçek yaşam problemi ile ilgili zihinde bulunan yapıların dışa vuruş şeklidir. Yani modeller; karmaşık sistemleri meydana getirme, tarif etme ve izah etme aşamasında zihindeki değişik yapıları barındıran kavramsal sistemlerin farklı gösterimlerle dış dünyaya transfer edilmiş durumudur (Lesh ve Doerr, 2003).

Model nesnelerin meydana gelişlerini, davranışlarını, gelişim aşamalarını anlamamızı ve bunlarla ilgili öngörüde bulunmamıza yardımcı olan bir yapıdır. Belleğimizde canlandırabildiğimiz için modelleri zenginleştirebilir ve genişletebiliriz, ancak modeller değişken bir yapıya sahip olduğundan dolayı gerçeğin bire bir kopyasını oluşturmazlar (Harrison, 2001).

Birçok etkinlik ve nesneyi tanımlamakta kullanıldığı belirttilen model için, araştırmacılar tarafından yapılan diğer model tanımları şu şekildedir:

Modeller bir amaç için meydana getirilip, kullanılmasının yanı sıra, bu amaçla alakalı farklı bir sistemi de açıklamak için faydalanılan birer zihinsel üründür. Bu ürünler, gerçek hayatı tanımaya uğraşırken ortaya çıkan bakış açıları, fikirler, kurallar ve araç-gereçler olabilir (Lesh ve Fennewald, 2010; Harrison, 2001).

Daupeto ve Porenti'e (1999) göre modeller herhangi bir problemle ilgili durumu temsil iken, Dorin, Demin ve Gabel (1990) modelleri soyut durumları anlamaya yarayan görseller olarak ifade etmişlerdir ve bu modellerin problemleri görselleştirirken, genellerken ve karşılaştırma yaparken kolaylık sağlayacağını söylemişlerdir (Akt.

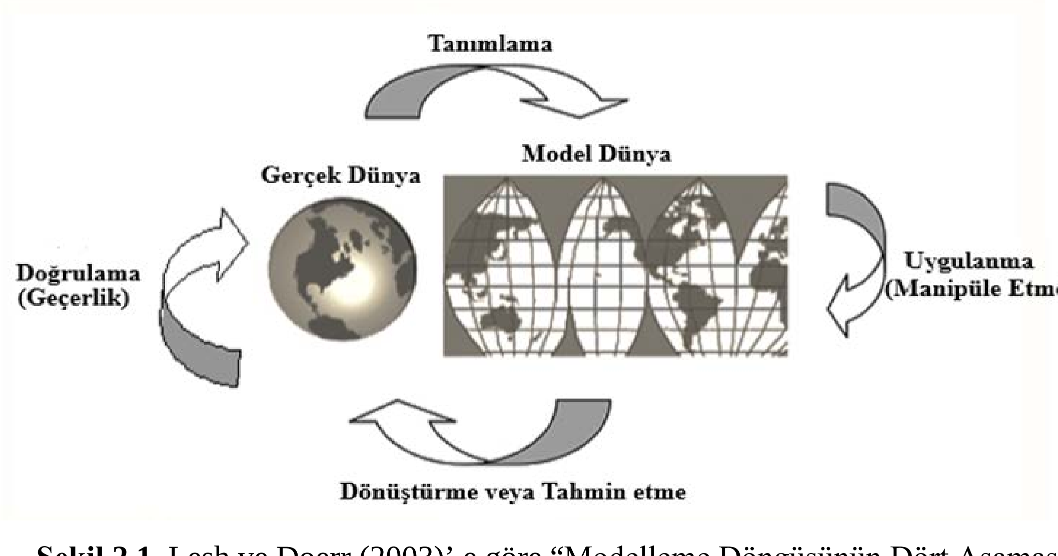
Özgün, 2012). Ayrıca modellerden, varsayılan veya tecrübelerle elde edinilen empirik veriler arasındaki bağdan söz etmek amacıyla da faydalanılır ve bu kapsamda modeller, grafik, formül veyahut değerler tablosu olarak karşımıza çıkabilir (Stacey, 1991).

Kısaca model, karmaşık süreç ya da nesnenin anlaşılabilir şekilde sadeleştirilerek yansıtılmasıdır, bu sayede sürecin ya da bir nesnenin hangi biçimde oluştuğunu anlamamızı sağlamaktadır (Harrison, 2001). Yani modeller gerçeklerinin basitleştirilmiş, şematik tasvirleridir (Van Driel ve Verloop, 1999) ve kişilerdeki modelleme yeterlilikleri belli bir süreç neticesinde ortaya çıkmaktadır (Justi ve Gilbert, 2002).

Modelleme, pek çok faaliyeti kapsayan kompleks bir süreçtir ve modeli oluşturmak için bu süreçler sonuna kadar kullanılan bilimsel faaliyetlerin tamamıdır (Justi ve Gilbert, 2002). Problemleri tarif etme, açıklama ya da ortaya çıkarma aşamasında problem durumlarını zihinde bir şekil haline getirme, eş güdümleme ve bunları düzenleyerek bir örüntü elde etme, zihninde değişik şemalar ve modeller kurarak bu modelleri kullanmaya yarayan hareketler dizisidir (Lesh ve Doer, 2003).

Modelleme, fen bilimleri ile ilgili çalışmalarda bilinmeyen bir hedefi anlaşılır bir duruma getirmek için uygulanan işlemlerin tamamı olarak ifade edilirken, modelleme sonucunda meydana getirilen yani üretilen şey model diye ifade edilmektedir (Harrison, 2001; Treagust, 2002). Berry, (2002) modellemeyi gerçek hayatta ortaya konan problemlerin çözüm sürecini anlatan bir terim olarak ifade etmiştir.

Lesh ve Doerr (2003) modellemeyi aşağıdaki gibi döngüsel 4 aşamalı süreçten oluştuğunu belirtmektedir.



Şekil 2.1. Lesh ve Doerr (2003)' e göre "Modelleme Döngüsünün Dört Aşaması"

Modelleme dört adımlı döngüsel bir sürece sahiptir ve bu döngüsel sürecin adımları şunlardır: **Tanımlama** (gerçek dünya ile modelleme dünyası arasındaki bağın kurulmasıdır), **Uygulanma (Manipüle Etme)** (problem çözme sürecinde değerlendirmeler yapabilmek için modelin uygulanması, bu problem çözme aşamasında önceden belirtilen kural ve sayıltılarla alakalı matematiksel özellikleri ve parametreleri ortaya çıkarmadır), **Dönüştürme veya Tahmin etme (**bu adımda modellemeyi yapanların söz konusu ortaya çıkan durumları gerçek dünya ile ilişkili duruma getirerek model dünya ile gerçek dünya arasındaki ilişkiyi kurdukları matematikselleştirme adımıdır), **Doğrulama (Geçerlik)** (beklentilerin işlerliği ile alakalı sorgulama olup model aracılığıyla elde edilen tahminlerin ve durumların gerçek dünyaya ait sonuç ile anlamlı ve geçerli olup olmadığını test etme adımıdır) (Lesh ve Doer, 2003; Zbiek ve Conner, 2006).

2.2. Modellerin Sınıflandırılması

Harrison ve Treagust (2000); Analog modelleri detaylı bir şekilde aşağıdaki gibi sınıflandırmıştır:

2.2.1. Ölçekli Modeller

Hayvanların, bitkilerin, arabaların, teknelerin ve binaların ölçekli modelleri olup, bunlardan renkleri, dış şekilleri ve yapıları betimlemek için faydalanılır. Ölçekli modeller, detaylı olarak dış yapıyı yansıtmakta, ancak nadiren iç yapıyı, işlevleri ve kullanımı da göstermekte olup, genellikle hedefle aynı malzemeden yapılmamışlardır. Bir ölçek model köprüsü, gerçek köprüden daha güçlüdür. Ölçekli modeller genellikle bir oyuncak ya da oyuncak gibidir ve bu model ve hedef arasındaki gerçekçilik paylaşılmamış farklılıkların gizli kalmasını sağlayabilir (Harrison ve Treagust, 2000).

2.2.2. Pedagojik Analojik Modeller

Bu kategori, öğretim ve öğrenmede yararlanılan bütün analojik ve ölçek modelleri içerir. Bu modellerin "analojik" diye adlandırılmalarının sebebi model hedefle bilgi alış verişinde bulunması, "pedagojik" diye adlandırılmasının sebebi ise öğretmenler tarafından, atomlar ve moleküller gibi gözlemlenebilir olmayan varlıkları öğrenciler için erişilebilir kılan açıklamalarında bulunmasından kaynaklanmaktadır. Bir veya daha fazla özellik, analojinin yapısına hükmeder; örneğin moleküler modellerde toplar ve çubuklar kullanılır. Analog modeller, belirli öznitelikler için analog ve hedef arasındaki tek tek karşılıklarını yansıttığından, analog yaklaşımlar çoğu zaman basitleştirilmiş veya abartılmıştır (Harrison ve Treagust, 2000).

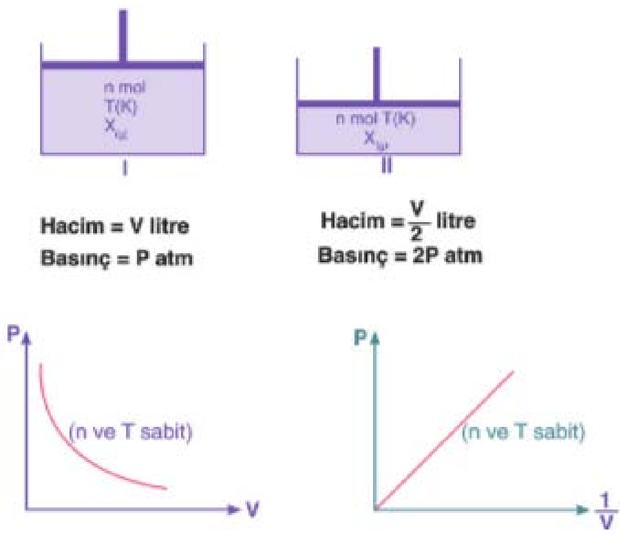
2.2.3. Simgesel ve Sembolik Modeller

Kimyasal formüller ve denklemler kimyasal reaksiyonların sembolik modelleridir ve bu nedenle kimya diline girmiştir. Bu formül ve denklemlerin yorumlanması gerekir; örneğin CO_2' nin, karbondioksidi temsil ettiği düşünülür ancak daha anlaşılır olması için OCO, O=C=O gibi sembollere dönüşmesi daha doğru bir gösterim olacaktır. Kısaca kimyadaki semboller bu modellere en iyi örneklerdir (Harrison ve Treagust, 2000).

2.2.4. Matematiksel Modeller

Kavramla ilgili bağı en iyi şekilde ortaya koyan, matematiksel denklemleri ve grafikleri, fiziksel özellikler ve işlemler temsil edebilir. Boyle-Mariotte Yasası ve üstel fonksiyonlar bunlara örnek olarak verilebilir (Harrison ve Treagust, 2000). (Boyle-MariotteYasası: Sabit sıcaklıkta belirli miktardaki gazın basıncı ile hacminin çarpımı sabittir. Bir gazda mol sayısı (n) ve sıcaklık (T) sabit iken basınç ile hacim ters orantılıdır (Şekil 2.2). Boyle-Mariotte Yasası'na göre gazın hacmi azaltılırsa birim hacime düşen tanecik sayısı artacağından basınç da artar. T(K) ve n(mol) sabit iken P.V= sabittir.)

Bu durumda; $P_1V_1 = P_2V_2 = \ldots = P_nV_n$



Şekil 2.2. Basınç (P) – Hacim (V) İlişkisi (Boyle-Mariotte Yasası) **(**Ertekin, Kurt, Demirbaş ve Erkuş, 2018)

Matematiksel modeller, tüm modellerin en soyutu, doğru ve öngörücü olduğu modellerdir. Aynı zamanda öğrencilerin matematiksel modeller için sözel veya yazılı nitel açıklamalar yapmalarına da olanak tanır (Harrison ve Treagust, 2000).

2.2.5. Teorik Modeller

Fotonlar, elektron manyetik çizgiler vb. modeller "kuramsal" yani "teorik" modeller olup insanlar tarafından oluşturulmuştur. Kinetik teorinin gaz hacminin, sıcaklığının ve basıncının açıklaması için oluşturulan modeller bu kategoriye aittir. Kinetik teori parçacıklarının basitleştirilmesi, onları ölçek modellerine de uyarlar (Harrison ve Treagust, 2000).

2.2.6. Haritalar, Diyagramlar ve Tablolar

Bu modeller, öğrenciler tarafından kolayca görselleştirilebilen kalıpları, yolları ve ilişkileri temsil eder. Periyodik tablo, soy ağaçları, hava tahmini için kullanılan haritalar, devre şemaları, kan dolaşımı, besin zincirleri bunlara en iyi örneklerdir. Bu şemaların tümünün veya parçalarının basitleştirilmiş ve abartılı doğasının onları iki boyutlu modeller haline getirdiğini anlamak önemlidir. Öğrenciler periyodik cetveldeki renkleri farklı şekilde yorumlar; örneğin, periyodik cetvelde yeşil renk üzerinde gösterilmesi sebebiyle, bazı öğrenciler klor atomlarının yeşil olduğuna inanırlar (Harrison ve Treagust, 2000).

2.2.7. Kavram-Süreç Modelleri

Pek çok fen ile ilgili kavram nesnelerden daha çok süreçlerden meydana gelir. Öğretmenler, çoğu somut düşünen öğrenciler için soyut yaklaşımları nasıl açıklar? Bunun için öğretmenler ve ders kitapları, çoklu asit-baz reaksiyon modellerini ve kimyasal denge gibi, kavram-süreci modellerini kullanır (Harrison ve Treagust, 2000).

2.2.8. Simülasyonlar

Simülasyon, birden çok dinamik modelin benzersiz bir kategorisidir. Karmaşık süreçleri model alan simülasyonlara en iyi örnek olarak, uçuşlar, nükleer reaksiyonlar, küresel ısınma, trafik kazaları ve nüfus dalgalanmaları verilebilir. Simülasyonlar, araştırmacıların ve konusunda uzman olmayan kişilerin yaşamlarını riske etmeden becerilerini geliştirmelerine olanak tanır. Ayrıca "sanal gerçeklik" ile birlikte deneyimlerini (ör. Bilgisayar oyunları, animasyonlar ve gerçek hayat durumlarını kullanan bilgisayar tabanlı etkileşimli multimedya) içerebilir. Birçok benzetimin gerçekçiliği, öğrencileri simülasyonu gerçeklik olarak görselleştirmeye teşvik eder (Harrison ve Treagust, 2000).

2.2.9. Zihinsel Modeller

Zihinsel modeller bireylerin bilişsel işlevler sırasında ürettiği özel bir zihinsel temsildir ve bu zihinsel modeller kişisel, hareketli ve ulaşılması zordur. Bunlar aynı zamanda, bilgi sahibi kişilere özgü olan ve bir hedef sistemle etkileşim kurulduğunda ortaya çıkan nesnelerin ve fikirlerin içsel tanımlarıdır. Zihinsel modellerin teknik olarak doğru olmalarına gerek yoktur, fakat işlevsel olmalıdırlar (Harrison ve Treagust, 2000).

2.2.10. Senteze Dayalı Modeller

Öğrencilerin kendilerine ait sezgisel modelleriyle öğretmenlerin oluşturduğu modellerin harmanlanmasıyla, öğrencilerin alternatif kavramları tanımlamalarına dair sentezler meydana getirmektedir. Örneğin, kimi ortaokul öğrencileri elektron kabuklarını, yumurta ve istiridye kabuğuna benzetir ve onları muhafaza edici yapılardan meydana geldiğine inandıklarını belirtir. Bunlar gibi sentetik modeller, fen derslerinin yaygın ürünleridir (Harrison ve Treagust, 2000).

Öğretimde faydalanılan modeller öğrencilere tam olarak bilmedikleri ve öğrenemedikleri bilgileri elde etmelerinde destek olmaktadır (Taber, 2001). Modeller sınıfta öğrencilerin resmi olmayan aktiviteleri neticesinde de ortaya çıkarlar ve öğrenme aşamasında izlenmesi gereken önemli olan adım, gerçek hayat ya da problem durumu modellerinden faydalanılarak matematiksel modellere erişilmesidir. Öğrenciler, söz konusu aşama neticesinde ancak, matematiksel düşünme sürecinde modellerden yararlanabileceklerdir (Gravemeijer ve Stephan, 2002; Cobb, 2002).

2.3. Matematiksel Model ve Matematiksel Modelleme

Matematiksel model ve matematiksel modelleme her ne kadar birbirine benzer birer terim gibi görünseler de model ve modelleme de olduğu gibi, iki farklı anlam taşıyan ifadelerdir. Matematiksel model, belirli bir olayın önemli özelliklerini gösteren ve matematiksel olarak ifade edilen bir formül, bir denklem, bir grafik ya da bir tablo olabilir. Matematiksel modelleme ise matematiksel modeli elde etme süreci olarak ifade edilir.

Matematiksel modeller gerçek dünyadaki bir nesnenin ya da olayın fiziksel yapısından öte yapısal nitelikleri ile çalışma ilkelerini ifade etmekle uğraşır (Lehrer ve Schauble, 2003, 2007; Lesh ve Doerr, 2003). Yani matematik ile ifade edilen bir model, bağıntılı sistemlerin yapısal nitelikleri üzerine odaklanır (Lesh ve Doer, 2003). Matematiksel modelleme ise özünde, kompleks gerçek hayat problemlerinin çözülmesinde matematikten faydalanılmasını içermektedir (Fox, 2006; King, 2004). Kapur'a (1998) göre gerçek hayat problemlerine tercümanlık eden matematiksel modellemenin amacı, tercümanlık ettiği bu problemleri, modellere dönüştürmektir. Erbaş, Kertil, Çetinkaya, Çakıroğlu, Alacacı ve Baş'a (2014) göre ise temel anlamıyla, matematik ile ilgili formlar kullanılarak günlük yaşamda karşımıza çıkan problemlerin çözümlenmesi, matematiksel modellemedir. Günlük yaşam problemleri matematiğin gerçek yaşamla bağı olarak anlamlandırılabilecek bütün parçalarını ihtiva eden problemler olarak tanımlanmaktadır (Blum ve Niss, 1989). Berry ve Houston (1995) gerçek yaşam problemlerini, insanların yaşamları boyunca karşılarına çıkabilecek problemler olarak tanımlamışlardır.

Matematiksel modelleme; gerçek hayat problemlerinin çözümünde matematiksel modelin ya da modellerin meydana getirilmesinde, bilinmeyenlerin bulunmasını ve bu modellerden edinilen sonuçların gerçek hayat durumlarına aktarılmasını gerekli kılan kompleks bir süreç olarak tanımlanmaktadır (Peter Koop, 2004). Bu süreç problemi çeşitli yollardan çözmeyi barındırır (Blum ve Niss, 1989) ve bu çözüm doğrusal ya da tek yönlü değildir (Stillman, Galbraith, Brown ve Edwards, 2007). Günlük yaşamdan izler taşıyan matematiksel modelleme problemini çözerken bir durumun takip edilmesi, bağıntılarının ortaya konması, matematiksel çözümlemelerinin yapılması, sonuçlarına ulaşılması ve modelin yeniden yorumlanması gibi zihinsel aşamalara sahip olduğunun bilincinde olmalıyız (Lingefjärd, 2000). Bu sayede bu bilince vurgu yaparak matematiksel modellemenin önemini ve varolan durumundan çok daha kompleks olan yapısını daha iyi açıklayabiliriz. Bu sürecin kompleks yapısının kapsamlı bir şekilde çözümlenmesi için, bu aşamalarda meydana gelebilecek bakış açılarının ve düşünme etkinliklerinin görünür hale getirilmesi ve geliştirilmesi hususunda en uygun ortamın meydana getirilmesi büyük önem arz etmektedir. Modelleme aşamasındaki eylemler sürecindeki yaklaşım ve düşünme aşamaları zihinsel faaliyetlerin yorumlanmasındaki temel noktadır (Borromeo-Ferri, 2007). Problemi kavrama, çözümle ilgili bir fikir oluşturma, yorumlama, gerçekleşen zihinsel faaliyetleri kontrol edip ihtiyaç duyulduğunda gerekli değişiklikleri yapmaya yarayan bazı yetenekler de matematiksel modelleme sürecinde oldukça önemlidir (Maaß, 2006). Bu bağlamda, bu tür problemlerin kompleks olması, çözümleri aşamasında farklı teknolojik materyallerden faydalanılması, gerçek dünya tecrübeleri bulunan kişilerin modelleme sürecine katılması gibi etkenler, modelleme süreçlerinin daha zengin olması ve anlaşılabilirlilik açısındanda oldukça önemlilik arz etmektedir.

Blum (2002), matematiksel modellemeyi bir taraftan gerçek hayattan matematiğin dünyasına geçiş olarak, öteki taraftansa bu geçiş sürecindeki bütün aşamayı temsil ettiğini ifade etmiştir. Çiltaş (2011) ise matematiksel modellemeyi, yaşamın her anında bulunan problemlerin özündeki bağı daha kolay görüp, onları ortaya çıkarıp matematiksel olarak açıklamayı, sınıflandırmayı, genellemeyi ve bunlardan sonuçlar çıkarmayı daha basit hale getiren etkin bir metot olarak tanımlamaktadır.

Vries'e (2001) göre matematiksel modelleme; matematikten, gerçek hayat durumlarını açıklamak, ifade etmek, düşünceleri test etmek, gerçek hayat durumlarına yönelik tahminlerde bulunmak nedeniyle faydalanılmasıdır.

Matematiksel modelleme matematiksel olmayan olayların matematikselleştirilmesi ile günlük hayat problemlerinin çözümünü ve bu olaylara yönelik matematik ile ifade edilen bir modelin oluşturulmasını, bilinmeyenlerin ortaya çıkarılmasını ve bu modelden elde edilen matematik ile ifade edilmiş sonuçların gerçek hayata aktarılmasını gerekli kılan süreç şeklinde de tanımlanmaktadır (Hıdıroğlu, 2012; Berry ve Houston, 1995; Peter-Koop, 2004; Lesh ve Zawojewski, 2007; Mousoulides ve English, 2008). Dolayısıyla gerçek yaşam problemlerine yönelik çözümler bulmak için matematiksel yaklaşımlar kullanılmaktadır. Matematiksel modellemede karşımıza çıkan gerçek dünya problemleri matematiksel bir problem haline dönüşür ve bunların çözümü yine matematiksel teknikler yardımıyla gerçekleşir (Cheng, 2001). Matematiksel modelin kullanılmasıyla gerçek hayat probleminin matematiksel bir probleme dönüştürülmesindeki başarı da matematiksel modelleme olarak açıklanır. Bu tanıma göre matematiksel modellemenin işlevi, matematiksel formlar kullanılarak gerçek hayatta karşılığı olan bir durumun başlıca özelliklerinin basitleştirilmiş temsilidir (Voskoglou 2006). Gerçek yaşamda karşılaşılan ve yapısal olmayan problemlerin çözümünde, çözümün matematiksel dil ile ifade edilmesi "matematiksel modelleme" olarak adlandırılmaktadır. Bu cümle daha basit bir ifadeyle anlatılacak olursa matematiksel modelleme, gerçek yaşamdaki olaylarda yapısal olmayan problemlerin çözümünde matematiğin kullanılması olarak tanımlanmaktadır. Çünkü modellemelerde, gerçek hayattaki problemlerle alakalı çözüm üretmekte matematiksel ifadelerden faydalanılmaktadır. Karşı karşıya kaldığımız gerçek dünya problemi bir matematik problemine dönüşür ve matematiksel yöntemlerden faydalanılarak çözülür (Cheng, 2001). Başka bir deyişle matematiksel model, insanların karşı karşıya kaldıkları problemleri, durumları ve olguları matematiksel olarak açıklayabilmelerini sağlayan zihinsel temsiller ile şemaları barındıran bir terimdir. Gerçek bir hayat durumunun veya problemin matematiksel olarak tanımlanabilmesi için zihinde bulunan yapılar veya bu yapıların dış temsilleri olan fonksiyon, denklem, grafik vb. ve matematiksel düşünme yeterlikleri, matematiksel model ifadesini tanımlar. Buna göre gerçek dünya durumlarından yalnızca belli bir kesimini tanımlamak için başvurduğumuz matematik formları ve bunların arasındaki bağların birleşimi, matematiksel modellemeyi ifade eder (Niss, 1988).

Genel anlamda ifade edildiğinde ise matematiksel modelleme, matematik ya da matematikten farklı bir durumu, olguyu, olaylar ile ilgili ilişkileri matematiksel olarak tanımlamaya çalışma, söz konusu durum ve bu durumlardan kaynaklanan sonuçlar arasından matematik ile ifade edilen örüntüler meydana getirme süreci olarak tanımlanır (Verschaffel, Greer ve De Corte, 2002). Ayrıca hayatın her sürecinde problemlerin özündeki bağıntıyı görebilmeyi, bu bağıntıları matematiksel olarak ortaya koymayı, sınıflandırmayı, genellemeyi ve bunlardan sonuçlar elde etmeyi kolaylaştıran etkin bir yöntemdir (Fox, 2006). Dolayısıyla gerçek yaşamdan bir durumun matematik ile tanımlanması bir süreci ifade etmekle birlikte, belirtildiği gibi aradaki bağıntıların bulunması, matematiksel analizlerinin ortaya konulması, sonuçlara ulaşılması ve modelin yeniden yorumlanmasını içeren süreçleri de barındırır (Lingefjard, 2006; akt. Kertil, 2008, Crouch ve Haines, 2004).

Matematiksel modellemenin amacı; gerçek hayat problemlerini anlamak, ifade etmek, çözmek ve çözümü yorumlamaktır. Bu amaç ile matematiksel modelleme, gerçek dünya problemlerinin üstesinden gelmede, aklımızdaki yapıları matematiksel formüllerle ifade edebileceğimiz kapsamlı bir süreci içerir. Problemin çözümünü elde edebilmek için bu süreçte ortaya konan yani üretilen şey matematiksel modeldir ve bu matematiksel model gerçek hayatı matematik ile ifade edebildiğimiz bir yaklaşımla açıklayabilmemize yarayan bir yoldur. Model eğer gerçek olacaksa bu matematiksel olmalıdır, başka bir ifadeyle bir modelin doneleri, kavramları, ilişkileri, koşulları ve sayıltıları matematiğe aktarılabilmelidir. Gerçek bir olayın neticesi matematiksel bir modeli ortaya koymaktadır (Blum ve Niss, 1989). Matematiksel modelleme ise, gerçek hayatta karşılaştığımız çözüm bekleyen problemlerin matematiksel ifade edilebilmesi için ihtiyaç duyulan kavramsal yapılardır (Kertil, 2008; Keskin, 2008). Erbaş vd.'ne (2014) göre matematiksel modelleme gerçek hayattan bir durumun matematiksel formlarla yorumlanması iken; Niss (1988) matematiksel modellemeyi gerçek dünyanın bir kesimini temsil etmesinde faydalanılan matematiksel ifadeler ile bu ifadeler arasındaki bağın tamamı olarak belirtmiştir.

Berry ve Houston (1995), matematiksel modelleme tanımının içerisinde sıkça geçen gerçek hayat problemini anlama, ifade etmek, problemi çözmek, yorumlamak vb. gibi bu süreçlerin elde edilmesi için takip edilmesi gereken adımları şu şekilde sıralamıştır:

1) Problemi anlama: Problemi hangi yönlerden araştırılacağı belirlenerek, probleme uygun veriler bir araya getirilerek analiz edilir.

2) Değişkenleri seçme: Problemin özellikleri, listesi yapılan beyin fırtınası neticesinde meydana getirilerek kullanılacak değişkenler belirtilir.

3) Matematiksel modeli oluşturma: Söz konusu olay sözel model olarak ifade edilmeye çalışılır, matematiksel semboller kullanılarak belirtilen değişkenler ile bir model kurulur. Kurulan modelin basit olması çalışılmasının kolay olması ve bir sonraki çalışmalara yardımcı olması açısından önemlidir.

4) Matematik ile ifade edilen problemi çözme: Matematiksel problemin bu adımda çözümü gerçekleştirilir.

5) Çözümün yorumlaması: Matematiksel problemin çözümü izah edilir, modelin kabul edilebilirliği için gerekli olan bilgiler belirlenerek bu bilgiler toplanır.

6) Gerçek dünya ile kıyaslama: Matematiksel modelden elde edilen çıktılar uygun donelerle test edilir.

7) Modeli diğer problemlerin çözümünde de kullanabilmek için daha kullanışlı hale getirme: Öncelikle kabul edilen varsayımlar gözden geçirilir. Daha sonra gözden geçirilerek elde edilen model için çözme, yorumlama ve gerçek dünya ile kıyaslayarak onaylama adımları tekrar edilir.

8) Raporun hazırlaması: Bu adımda problemi ve bu problemin çözümünü veren rapor oluşturulur. Söz konusu raporun içeriği, poster, yazılı bir metin veya sözlü görsel bir sunu şeklinde de olabilir (akt. Deniz ve Akgün, 2014).

Şimdiye kadar bahsedilen tanımlardan da anlaşılacağı üzere matematiksel modelleme hususunda kaynaklarda birçok farklı tanıma rastlamak mümkündür. Çünkü; araştırmacıların matematiksel modellemeye bakış açıları, onların ana amaçlarına, etkilendikleri yaklaşımlara ve uygulama alanlarına göre farklılık göstermektedir (Blum, 2002).

Matematik eğitiminde matematiksel model ile matematiksel modelleme araştırmaları hızlı bir şekilde artarak devam etmektedir (Blum ve Ferri, 2009). Bununla birlikte matematik eğitimi yönünden bakıldığında modelleme yaklaşımlarının tanımı, hedefi ve müfredatta uygulanma şekli de farklılık göstermektedir (Kaiser, 2005). Bu yaklaşımlar açısından bakılacak olunursa; matematiksel modelleme; öğrenmenin motivasyon, kavramsal, ayrıntılı ve kalıcı öğrenme, matematiksel becerilerinin artmasına fayda sağlama, matematiksel hayatı somutlaştırma gibi boyutlarını da güçlendirmektedir (Biembengut, 2007; Blum ve Ferri, 2009). Ülkemizde de Milli Eğitim Bakanlığı (MEB)'in 2018 yılında yayınladığı güncellenen öğretim programında Türkiye Yeterlilikler Çerçevesinde (TYÇ) sekiz anahtar yetkinlik belirlemiş ve bu yetkinliklerin 'matematiksel yetkinlik ve bilim/teknolojide temel yetkinlikler' başlıklı üçüncü maddesinde; "Matematiksel yetkinlik, günlük hayatta karşılaşılan bir dizi problemi çözmek için matematiksel düşünme tarzını geliştirme ve uygulamadır. Sağlam bir aritmetik becerisi üzerine inşa edilen süreç, faaliyet ve bilgiye vurgu yapılmaktadır. Matematiksel yetkinlik, düşünme (mantıksal ve uzamsal düşünme) ve sunmanın (formüller, modeller, kurgular, grafikler ve tablolar) matematiksel modlarını farklı derecelerde kullanma beceri ve isteğini içermektedir" ifadesiyle matematiksel modelleme tanımına vurgu yapılmıştır.

Berry ve Houston'e (1995) göre; matematiksel modelleme, matematiksel olarak problemleri çözebilmemiz için bir metottur. Matematiksel model ise, belirli bir durum ya da problem ile alakalı iki ya da daha fazla değişkenin ilişkisinin matematiksel gösterimidir. Matematiksel modellerin ortaya çıkarılması, öğrencilerin matematik dersinde geliştireceklerini beklediğimiz bir beceridir.

Maaß'e (2004) göre modelleme becerileri; problemi kavrama ve gerçeğe uygun bir model oluşturma becerisi, gerçek hayat probleminden elde edilen modelden matematiksel model elde etme becerisi, matematiksel modelden faydalanarak matematiksel problem çözebilme becerisi, matematik ile elde edilen verileri gerçek olaylarda açıklayabilme becerisi, ulaşılan çözümle doğrulama becerisidir. Kaiser ve

Schwarz (2006) ise yaptıkları çalışmalarında yukarıdaki becerilerin yanı sıra aşağıdaki yeterlilikleri de göz önüne almışlardır:

1) Gerçek dünya problemlerini matematik ile çözebilme becerisi,

2) Modelleme süreçleriyle alakalı üst biliş bilgilerini etkin kullanarak düşünebilme,

3) Matematik ile gerçek dünya bağlantısını kavrayabilme,

4) Matematiği bir üründen ziyade bir süreç olarak idrak etme,

5) Matematiksel modellemenin özelliklerini bilme,

6) Grup ile çalışmasıyla birlikte matematiksel olarak iletişim sağlayabilmedir.

Gravemeijer ve Stephan'a (2002) göre, sınıflar da öğrencilerin formal olmayan etkinlikleri neticesinde modeller meydana gelmektedir. Öğrencilerin aşina olmadığı olayların üstesinden gelmeleri aşamasında yaratıcı düşünmelerine ve esnek hareket etmelerine olanak sağlayan matematiksel modellemedir. Matematiksel modelleme öğrencilerin gerçek hayat problemlerini çözmelerinde onlara destek olup onları bu süreç için hazır hale getiren etkin bir araç olmaktadır (English, 2006; Lesh ve Doerr, 2003).

Matematiksel modelleme öğrencilere farklı fikirlere, problemlere, matematiksel olan ya da matematiksel olmayan kavramlara mana katıp onları açıklamalarını sağlayan bir etkinliktir ve bu etkinlikler öğrencilerin modelleme yeteneklerini geliştirmeye yönelik olması gerekmektedir (Crouch ve Haines, 2004). Söz konusu bu modelleme yeteneği, problemi formüle dönüştürme, matematiksel bir model belirleme, grafik gösterimlerinden faydalanma, ilgili sabitleri ve değişkenleri seçme gibi alt yeteneklerden meydana gelmektedir (Lingefjard ve Holmquist, 2005). Aynı özelliklerde olmayan söz konusu alt yetenekler ise, kişiden kişiye değişen farklı düzeylerde gelişmişlik göstererek ortaya çıkmaktadır. Mesela bir problemi çözecek olan öğrencide, problemdeki matematiksel kavramları formülleştirebilme yeteneği fazlayken, diğer bir öğrenci de, grafik olarak gösterimden faydalanma yeteneği çok daha fazla olabilir, yani öğrencilerin modelleme yeteneğini direkt olarak etkileyen alt beceriler, kişisel farklılıklar nedeniyle değişebilmektedir. Haines ve Crouch (2007) matematiksel modelleme ile gerçek dünya olaylarının soyut bir şekilde matematiksel terimlere transfer edildiğini, çözümlenerek, çözümünün test edilip tekrar edilebilir bir sürece dönüştürüldüğünü belirtmektedir. Kısaca, matematiksel modeller öğrencilerin fikirlerini ifade ettikleri, yorumladıkları, test ettikleri, tekrarlanan döngünün bir sonucu iken, matematiksel modelleme bir süreç ifade etmektedir (Carreira ve Baioa, 2011).

Matematiksel modelleme, öğrenmenin, etkin, bilişsel ve sosyal taraflarını da göstermektedir. Öğrencilerin birçok yönde öğrenmelerini sağlamada motivasyonunu arttırarak onları isteklendirmektedir. Öğrenciler başlangıçta, günlük yaşamda karşılaştıkları bir durumu matematiği kullanarak farkına vardıklarında, matematiğin insanlar için faydasını anlayabilirler ve matematik öğrenmek için kendilerini motive ederler (Hodgson, 1995). Lingefjard ve Holmquist'e (2005) göre, öğrencilerin matematiği farklı açılardan anlamaları ve matematiği öğrenmeleri açısından matematiksel modelleme önemlidir. Matematiksel modelleme aktiviteleriyle öğretmenler, öğrencilerinin matematiksel düşüncelerini ve yeteneklerini daha ayrıntılı anlamalarını sağlamaktadır (Fox, 2006).

Öğrencilerin matematik dersine yönelik negatif olan düşüncelerini değiştirebilmek için derslerde matematiğin önemini kavrayabildikleri, gerçek matematiksel problemler üzerine düşünebilecekleri ve onları çözebilecekleri günlük yaşamlarından daha çok örnekler üzerinde çalışılmalıdır (Huang, 2012; Kaiser ve Schwarz, 2006). Matematiksel modelleme, faydalı sistemler ve tasarımların oluşturulmasına yarayan, anlamlı çevrenin şartlarından ve bu çevrenin kendisinden direkt olarak yararlanan bir süreçtir. Bu ve benzeri ampirik gerçek ortam, öğrencilerin matematikselleştirme yeteneklerini arttırarak sınıfın dışında ki yaşamda da matematiği faydalanılabilir kaynak olarak kullanmalarını sağlamak için uygun bir ortam sağlamaktadır (Freudenthal, 1973). Çünkü öğrencilerin gerçek dünya problemlerini anlamaları ve bu problemlere ilişkin teorilerin ve varsayımların matematikselleştirilmesi gerekli ve önemlidir (Lamberts, 2005; Lesh ve Doerr, 2003).

Matematik probleminde çözümü bulmak için bilinen matematiksel yöntemler kullanılır. Matematiksel modelleme aktiviteleri, öğrenciler tarafından matematiksel modellemenin sınıflarda gerçekleştirilmesidir. Öğrenciler aktiviteleri küçük gruplarla birlikte yapar ve problemle ilgili matematiksel yorumları kendileri geliştirerek mevcut olayları matematikselleştirirler (Lesh, Hoover, Hole, Kelly ve Post, 2000). Modelleme problemlerinin aktivitelerine baktığımızda ise açık uçlu soruların kullanıldığı görülmektedir. Bu açık uçlu sorular uygulamalı olarak çözülmekte ayrıca simülasyon tekniği kullanılmaktadır (Haines ve Crouch, 2007). Aktiviteler, çocukların ilgilerini çeken olaylar içerisinden seçilmeli ve onların problemde belirtilen olay ve durumu araştırarak sonuca ulaşmaları için teşvik edici olmalıdır. Bu aktivitelerinin sonucunda öğrencilerin oluşturdukları modeller; sembol, sözlü rapor, diyagram ya da resim gibi farklı gösterimler şeklindedir ve bunları arkadaşlarıyla paylaşmalıdırlar. Ayrıca; matematiksel modelleme aktiviteleri ile öğrencilere alışıla gelmişin dışında olan, gerçek dünya problemleri ile tanıştırıp, bu problemlere yoğunlaşmaları sağlanır. Bu süreçte öğrencilerin sahip olması gereken matematiksel yapılar inşa edilip becerilerini geliştirmeleri, kurdukları bu yapıları yeniden gözden geçirmeleri ve bu modelleri diğer problem durumlarında da kullanabilmeleri sağlanmaktadır. Öğrenciler bu aktivitelerle, klasik problem çözme aktivitelerindeki gibi verilenlerle hedef arasında gerçekleşen kuvvetli bir yönelim meydana getirmek için uğraşmazlar çünkü modelleme problemlerinde öğrencilerin kesin bir çözüm elde etmesinden daha çok, çözümün işlerliğinin kontrolünün yapılması ve çözümü yeniden geliştirme söz konusudur (Lesh ve Doerr, 2003; Zawojewski ve Lesh, 2003). Bütün bu ifade edilen tüm tanımlarının ötesinde matematiksel modelleme; klasik problem çözme düşüncelerini ileriye taşıyan aktiviteleri barındıran güçlü bir problem çözme metodudur (Fox, 2006) ve bu güç öğrenmenin güdüleme boyutunu, kavramla ilgili boyutunu, ayrıntılı ve kalıcı öğrenmeyle ilgili boyutunu, matematiksel becerilerinin artmasına fayda sağlamadaki boyutunu ve matematiksel hayatı somutlaştırmadaki boyutunu da kuvvetlendirmektedir (Biembengut, 2007; Blum ve Ferri, 2009).

2.4. Matematiksel Modelleme Süreci

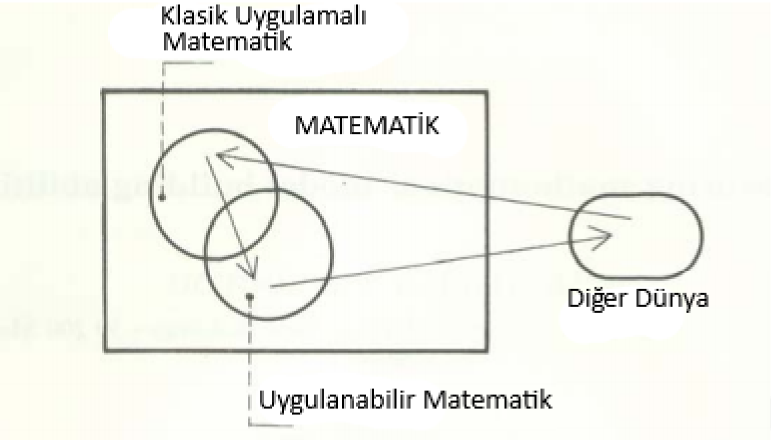
Matematiksel modellemenin devinimsel bir süreç olduğu konusunda araştırmacılar hemfikirdirler (Zbiek ve Conner, 2006). Bu devinimsel süreç içerisinde iyi bir model meydana getirmek modelleme devirlerinin başarıyla yerine getirilmesiyle mümkün olmaktadır ve normalde her matematiksel modelin temelinde bir modelleme süreci yatar. Hayatında herkes gerçek hayatta karşılaştığı bir olay karşısında, matematikle bir bağ oluşturmak suretiyle matematiksel bir model kurmuş ve bu kurduğu modeli kullanabilmek için de kendince bir modelleme süreci oluşturmuştur (Kaiser, Blomhøj ve Sriraman, 2006).

Kapur’a (1998) göre matematiksel modelleme süreci gerçek hayat problemlerini tercüme eden aynı zamanda da matematiksel problemleri de gerçek yaşam problemlerine uyarlayan bir süreçtir. Bu süreç de kendi içerisinde, problemleri anlama, işlem ya da formül kullanarak problemleri matematik diline çevirme, bir model tasarlayarak söz konusu modelin gerçek hayatla bağını kurma, gerçek yaşama uygun olup olmadığını yorumlayıp, geçerliliğini test etmeyi barındırır (Mousoulides ve

English, 2008). Modelleme sürecindeyse verilenlerle hedef arasında çözüme varmak için birçok deneme ve yanılmayla karşı karşıya kalınacaktır (Lesh ve Doerr, 2003).

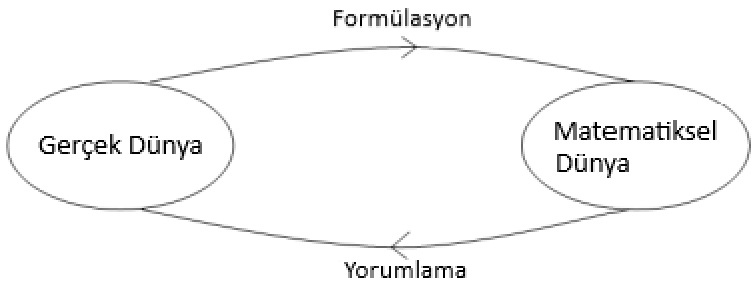
Modelleme sürecini matematiği öğretmek için kullanılabilecek şekilde tanımlayan ilk kişilerden biri Pollak'dır (1979) (Voskoglou, 2006). Pollak modelleme sürecini sistematik olarak açıklamış ve yapılması gerekenleri basamaklandırmıştır. Ayrıca pragmatik yaklaşımla matematiksel modellemenin eğitimde gerekli olduğunu vurgulayarak gerçekçi modellemeyi esas alan bir yaklaşımla matematiksel modellemeyi eğitime kazandırmıştır (Bukova Güzel vd., 2018).

Pollak matematik ve gerçek dünya arasındaki etkileşimi, "modelleme çemberi" olarak bilinen şekil 2.3'de gösterilen şema ile temsil etmiştir.



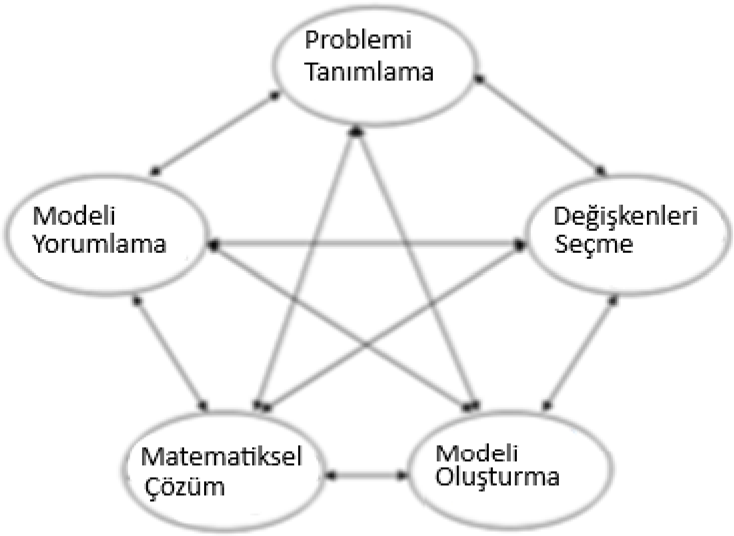
Şekil 2.3. Modelleme Çemberi (Voskoglou, 2006)

Matematiksel modelleme sürecini Berry ve Houston (1995) en basit şekilde aşağıdaki gibi tanımlamıştır.



Şekil 2.4. Basit Bir Matematiksel Modelleme Gösterimi (Berry ve Houston, 1995)

Berry ve Houston (1995) modelleme sürecinin 3 (üç) evreden meydana geldiğini söyler. İlki gerçek dünya problemlerinin grafik, eşitlik ve eşitsizlik gibi matematik ifadeleriyle formüle dönüştürülerek, elde edilen eşitliklerin çözülüp, oluşturulan modelin işlerliğini test etmek için uygun veriler kullanılarak ulaşılan sonuçlar yorumlanır yani modellemede gerçek hayattan bir problem ele alınır ve bazı varsayımlarla birlikte bu bir matematiksel problem gibi düşünülerek matematiksel modeli oluşturulur. Model oluşturulduktan sonra problem çözülür ve ulaşılan sonuçlar yorumlanıp, gerçek problemi çözmek de kullanılır. Matematiksel modelleme sürecinde problemi anlama, değişkenleri tanımlama ve varsayımları düşünme, matematik diline çevirme, matematiksel modelleri oluşturma ve birleştirme, matematik ile çözme ve çözümleri yorumlama şeklinde devam eder.



Şekil 2.5. Matematiksel Modelleme Süreci (Berry ve Houston, 1995)

Blum (1996) ve Kaiser (1995) ise modelleme sürecinin gerçek hayat ile başladığını söyler; (a) Gerçek modele ulaşmak için durum sadeleştirilip, yapılandırılır. (b) Gerçek model matematikleştirilir, (c) Matematiksel sonuçlar çıkarılarak gerçek durum bakımından açıklanır, (d) Çıkarılan sonuçlar gerçek durum için yorumlanır. Sonuçların geçerliliği kontrol edilerek uygun bulunmayan durumlarda modelleme süreci tekrar edilmelidir.

Berry ve Houston (1995) ve Doerr'e (1997) göre; matematiksel modelleme sürecinin basamakları şu şekildedir: Birinci basamakta, gerçek hayat problemi tanımlanarak, hangi yönlerden araştırılacağına karar verilip çözümü için gerekli uygun veriler toplanıp analiz edilir. Daha sonraki basamakta, problemi çözebilmek için gerekli olan modeli oluştururken faydalanılacak değişkenler tanımlanır yani değişkenler seçilir. Sonraki basamakta ise matematiksel model kurulur, problem çözülür, doğru olup olmadığı araştırılır. Ulaşılan çözüm, gerçek hayatla karşılaştırılır. Bir sonraki basamakta oluşturulan modelse diğer problemler için de geliştirilerek, genelleştirilir. En sondaki basamakta ise, problem ve bu problemin çözümünü belirten poster, sunu ya da yazılı bir metin oluşturulur.

Berry ve Houston'e (1995) göre ise matematiksel modelleme sürecinde yapılması gerekenler aşağıdaki tabloda verilmiştir:

Tablo 2.1. Matematiksel Modelleme Sürecinin Ana Basamakları ve Bu Basamaklara Ait Açıklamalar (Berry ve Houston, 1995)

Ana Basamaklar	**Basamakların Açıklamaları**
1. Problemi kavrama	Gerçek hayat problemi tanımlanarak, hangi yönlerden araştırılacağına karar verilip çözümünde gerekli olan uygun veriler toplanıp analiz edilir.
2. Değişkenleri tanımlama	Modeli oluştururken faydalanılacak değişkenler tanımlanır.
3. Matematiksel modeli oluşturma	Tanımlanan değişkenlerden faydalanılarak gerçek hayat durumunu temsil edecek sembollerle model oluşturulur.
4. Matematiksel problemin çözümü	Bilinen matematik bilgileri kullanılarak modeller yardımıyla matematiksel problem çözülür.
5. Çözümün yorumlanması	Problemin çözümü açıklanır ve modelin onaylanmasında ihtiyaç olan verilere karar verilir.
6. Modelin gerçekle karşılaştırarak doğrulanması	Modelden elde edilen bilgiler uygun verilerden faydalanılarak test edilip model ve sonuçları sorgulanır.
7. Diğer problemler için modeli geliştirme	Varsayımlar yeni model için örnek teşkil eder ve bu varsayımlar dikkate alınarak diğer problemler için yeni bir model meydana getirilir bu aşamada çözüm, yorumlama ve onaylama aşamaları tekrar edilir.
8. Raporu düzenleme	Problem ve bu problemin çözümünü belirten bir rapor düzenlenir, bu rapor sunu, poster veya yazılı bir şekilde de düzenlenebilir.

Doerr'e (1997) göre, bu süreç illa doğrusal olmak zorunda değildir çünkü öğrenciler her bir basamakta, anlayışlarını geliştirmek için diğer basamaklara dönebilir. Blum ve Kaiser (1997), modelleme sürecinin aşamalarında kullanılması gerekli olan yeterlilikleri şu şekilde ifade etmişlerdir:

(1) Basitleştirme Aşaması: Problemi anlayarak gerçeğe bağlı problem için tahminlerden yararlanarak durumu basitleştirme ve bu durumla ilgili nicelikleri tanımlama, temel değişkenleri belirleme, değişkenler arasındaki bağı oluşturma ve her türlü bilgiyi arama sürecinden meydana gelir.

(2) Matematikselleştirme Aşaması: Gerçek hayat durumunu temsil edecek sembollerle matematikselleştirme, ilgili nicelikleri ve ilişkilerin karmaşıklığını basitleştirme, uygun matematiksel sembolleri seçerek durumları grafik ile sunma sürecinden meydana gelir.

(3) Transformasyon/Dönüştürme Aşaması: Bütünsel stratejileri kullanarak problemi parçalara bölüp, benzer problemlerle ilişkiler kurma, problemi yeni baştan tanımlama, başka yapıda problemi tartışma, eldeki verilerde ya da genel özelliklerinde değişiklik yapma, problemin çözümü için matematiksel bilgiden faydalanma sürecinden meydana gelir.

(4) Yorumlama Aşaması: Bu aşamada matematiksel bağlamlar dışındaki matematiksel sonuçlar yorumlanır ve özel bir çözüm için geliştirilen çözümler genelleştirilir. Uygun matematiksel dil ile probleme yönelik görüşmeler yapılarak çözümler için iletişime geçilir.

(5) Geçerlilik Aşaması: Geçerlilik aşamasında elde edilen çözümlere eleştirel bakılır, çözüm denetlenir ve çözümlerin problemin durumuna uygunluğuna bakılır. Çözüm problemin durumuna uygun değilse modelleme sürecine dönülerek yeniden modelin bazı kısımları görüşülür, çözümün başka problemlerin çözümüne de yarar sağlaması ya da farklı şekillerde çözümler geliştirilerek diğer çözümler için genelleştirilmesi sağlanır (Blum ve Kaiser,1997).

Voskoglou (2006), matematiksel modelleme sürecini 5 (beş) ana basamakta değerlendirerek modelleme süreci içinde her bir basamak arasında geçişin yapılabileceğini, bu geçişinde çözüm sürecini oldukça karmaşık bir hale getirdiğini belirtmektedir.

Modelleme süreci ona göre problemin analiziyle başlar ve en son olarak elde edilen matematiksel sonuçlar yorumlanarak gerçek yaşamla ilişkilendirilir.

Voskoglou'na (2006) göre modelleme sürecinin ana basamakları şu şekildedir:

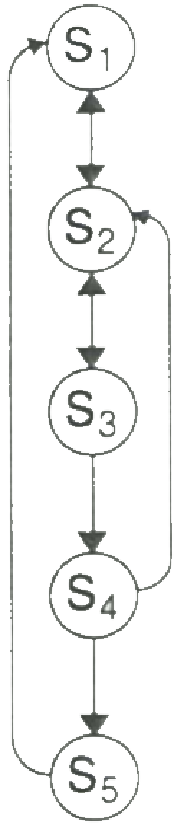
S_1: Problemin analizi: Gerçek sistemin sınırlılıklarının ve ihtiyaçlarının ne olduğunu anlamaktır.

S_2: Matematik Diline Çevirme: Gerçek dünyayı matematiksel bir dünyaya çevirerek, matematiksel gösterimlerle gerçek olayı formüle etmektir.

S_3: Modelin çözüm aşaması: Uygun matematiksel bilgi ve işlemleri yapmaktır.

S_4: Modelin doğrulanması: Modelin çözümünden önce mevcut şartlar altında elde edilen matematiksel sonuçların gerçek hayat için geçerliliğinin değerlendirilmesidir.

S_5: Sonuçların Yorumlanması: Problemin cevabını vermek için gerçek sisteme modelin uygulanarak, matematiksel olarak yapılan analizin sonuçlarının değerlendirilmesidir.



Şekil 2.6. Matematiksel Modelleme Sürecinin "Akış Diyagramı" (Voskoglou, 2006)

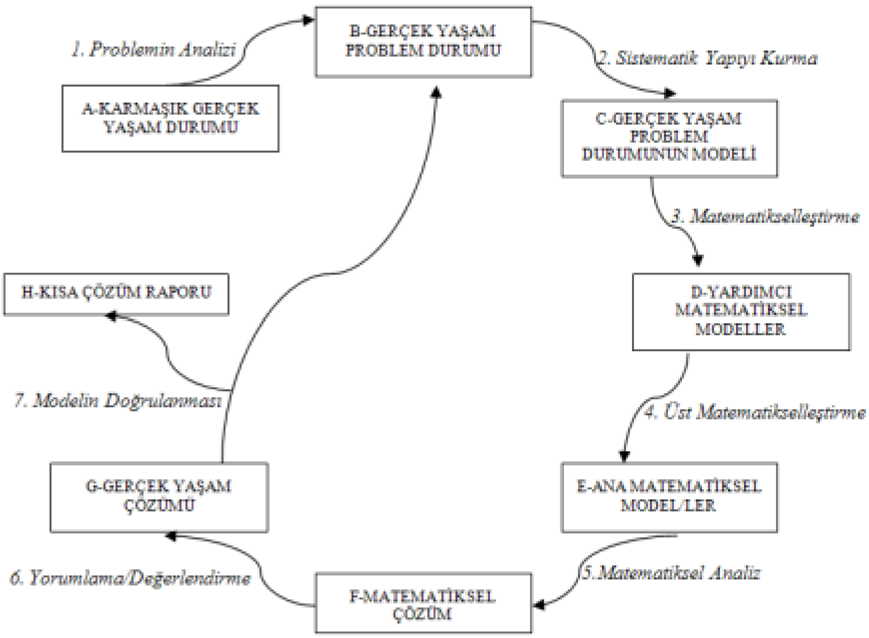
Voskoglou (2006), sınıflarda matematiksel modelleme sürecinin nasıl olması gerektiğini şöyle ifade etmiştir:

Matematiksel modelleme sürecinin sınıftaki "akış diyagramını" analiz etmeye çalışalım. Öğretmen, öğrencilerin çözmesi için matematiksel modellemeyi içeren bir problem verdiğinde problemin çözümüne, her zaman S_1 olan ilk durumdan başlanır ve süreç S_2'den S_3'e doğru ilerler.

Elde edilen matematiksel ilişkiler modelin analitik çözümünü için uygun değilse, öğrenci, modeli değiştirmek için S_2'ye dönmelidir ve daha sonra tekrar S_3'e gidilerek süreç devam ettirilir.

Süreci devam ettirmek için modelleme probleminin çözümünden sonra öğrenci, modelin geçerliliğini kontrol edip denetlemek için gerçek sisteme geri dönmelidir yani S_4 basamağına gidilir (durum S_4). Eğer model, sistemin performansının güvenilir bir tahminini vermezse yani matematiksel ilişki problemin çözümüne izin vermezse (örn. Elde edilen çözüm, gerçek sistemden kaynaklanan doğal kısıtlamalara uymuyorsa veya bilinen özel durumlar ile doğrulanmamışsa), çözücü S_4'ten, modeli düzeltmek için S_2'ye geri döner ve yeniden S_3 yoluyla, S_4'e giderek sürece devam etmelidir. Modelin geçerli olduğundan emin olduktan sonra, çözücü S_5'e ulaşır, bu durumda matematiksel sonuçları yorumlar ve sonuçları gerçek sisteme uygular. Yani problemin sorgulanmasına "cevap" verir, modelleme süreci S_5 aşamasında tamamlandığında, öğretmenin öğrencilere çözüm için yeni bir problem verdiğini ve dolayısıyla sürecin yeniden başlayacağı varsayılır. Yani S_1 basamağına geri dönülür.

Hıdıroğlu (2012) ise 7 (yedi) basamaktan oluşan matematiksel modelleme sürecinin temel bileşenlerini aşağıdaki şekildeki gibi açıklamaktadır. Burada 1-2-3-4-5-6 ve 7 rakamları modelleme sürecinin ana bileşenleri, A-B-C-D-E-F-G ve H harfleriyse ana basamakları göstermektedir.



Şekil 2.7. Matematiksel Modelleme Sürecinin Ana Bileşenleri ve Ana Basamakları (Hıdıroğlu, 2012)

2.5. Model Oluşturma Etkinlikleri

Model oluşturma etkinlikleri (MOE), matematiksel ifadeler kullanılarak önemli olan sistemleri meydana getirmek, izah etmek, tahminde bulunmak veya denetimini yapmak için paylaşılabilir, değiştirilebilir ve yeniden kullanılabilir kavramsal araçları barındıran problem çözme aktiviteleridir (Lesh ve Doer, 2003). Bir başka ifadeyle; matematiksel modelleme problemlerinin çözüldüğü ve modellemeyle ilgili çalışmalarda model üretilmeye çalışılan sürecin tamamına, model oluşturma etkinlikleri denir (Lesh ve Doerr, 2003). Tanımdan da görüldüğü gibi Lesh ve Doerr (2003), modelleme etkinlikleri yerine, model ve modelleme kelimelerini de içine alan bir kavram olarak, model oluşturma etkinlikleri kavramını kullanmışlardır (Doruk, 2010). Diğer bir ifade ile Lesh ve Doerr (2003) bu aktiviteleri, hem süreci, hem de modeli içermesinden dolayı model oluşturma etkinliği olarak tanımlamışlardır.

Problemin çözümünün özünde, bilindik olmayan yani daha önceden karşılaşılmamış gerçek yaşam problem durumuna çözüm yolları aramak ve bu çözüm yolları için stratejiler üretmek, veriler toplamak, elde edilen verileri ayıklamak, problem çözmek için onları uygun şekle sokmak vardır (Altun, 2000). Bu süreçteki model oluşturma etkinlikleri ise, problemlerin nasıl çözüldüğü, fikirlerin nasıl geliştirildiği ile ilgili planlama ile düşüncelerin değiştirilmesi veya daha kapsamlı bir düşüncenin gerekip gerekmediğinin ve düşüncelerin problemde verilen ihtimalleri karşılayıp karşılamadığı ile ilgili kararları içeren, öğrencilerin araştırma ve keşfetme yeteneklerini geliştirmeyi hedefleyen etkinliklerdir (Çetinkaya, Şen ve Baş, 2008). Ayrıca model oluşturma etkinlikleri gerçek dünyadan problem durumlarının sunulduğu, öğrencilere yalnızca problem durumunu çözmelerini sağlayan bir model oluşturmasını sağlamasının yanında, başka durumlara da genellenebilen bir model kurmalarını gerekli kılan matematik tabanlı aktiviteler olarak ifade edilmektedir (Lesh ve Harel, 2003).

Uygulama etkinlikleri matematikten gerçek dünyaya geçiş odaklıdır, çünkü model zaten öğrenilmiş ve kurulmuştur. Böyle etkinliklerde matematiksel bilgiyi nerede kullanabilirim sorusuna cevap bulunmaya çalışılır. Matematiksel modellemede ise odak, gerçek dünyadan matematiğe doğru olmaktadır, çünkü matematiksel model gerçek hayat durumunun matematikselleştirilmesi ve idealleştirilmesi ile kurulur. Böyle etkinliklerde problemin çözümünde bana yardımcı olabilecek matematiği nerede bulabilirim sorusuna cevap bulunmaya çalışılır (Stillman, 2012). Geleneksel anlayışa göre gerçek yaşam problemlerin çözümü için uygulanan adımlar, bağımsız genel ve buluşsal metotları öğrenme ve bu düşünceleri, becerileri ve buluşsal yöntemleri gerçek yaşam durumlarında kullanmayı öğrenmek olarak sıralanır. Matematiksel modelleme de ise düşünceler, metotlar ve becerilerin gelişimi için gerçek yaşam problemleri çözülmelidir (Lesh ve Doerr, 2003).

Model oluşturma etkinlikleri, önemli öğrenme durumlarına göre de yeniden düzenlenebilir, çünkü bu etkinlikler, ilgili nesneleri, ilişkileri, hareketleri, yapıları, düzenlilikleri sistematikleştirerek, değerlendirerek, organize ve kategorize ederek, cebiri kullanarak matematikselleştirmeyi barındırmaktadır. Model oluşturma etkinliklerinde hedef, problem çözecek olanlara verilen gerçek yaşam durumlarını hangi yolla düşündüklerini ortaya çıkarmaktır (Çetinkaya vd., 2008). Öğrenciler açısından bakıldığında ise onların anlamlı durumlardan mantıklı çıkarımlarda bulundukları, icat ettikleri, genişlettikleri ve kendi matematiksel yapılarını geliştirdikleri öğretim tasarımının belli ilkeleri kullanılarak oluşturulmuş problem çözme aktiviteleri şeklinde de ifade edilmektedir (Kaiser ve Sriraman, 2006). Ayrıca; öğrencilerin sınıf da çözdüğü iyi formüle edilmiş sorulara kısa cevaplar vermekten ve ilgili çözüm süreçleri, çözüm yolu kapalı olduğunda yalnızca verilenlerle hedefe ulaşmaktan ötesini barındırmaktadır. Öğrenciler bu aşamalarda yapıyı kurmak, açıklamak veya önemli olan sistemleri anlatmak için belirgin matematiksel modeller içeren kavramsal araçlar meydana getirir (Lesh ve Harel, 2003). Bununla birlikte öğrenciler bu süreçte, zamanlarının çoğunu, alakalı bağlantılar, yollar, sistemler ve bilgi üzerine düşünmek üzere farklı yapılar kurarak geçirirler. Bu etkinlik süresince öğrencilerin değiştirip, dönüştürdükleri şeyler, kendilerinin düşüncelerinin ürünü olan şekillerden oluşmaktadır. Model oluşturma etkinlikleri, ne az ne de çok bilgiyi barındırmaktadır, bundan dolayı onlara problemin çözümü ile ilgili ve lazım olan bilgiyi vermek büyük önem taşır. Bilginin yararlı olması için bazen, bilginin yeniden oluşturulması veya yeniden düzenlenmesi gerekir. Model oluşturma etkinliklerinde problem, öğrencilerin olay ile ilgili sahip oldukları ilk düşüncelerini çok daha ileriye taşıma zorunluluğunda olması hakikatine yöneltmesidir (Lesh, Lester ve Hjalmarson, 2003). Bu sayede öğrenciler, fikirlerini açıklama imkanı bulmaktadır (Carreira ve Baioa, 2011). Öğretmenler ise model oluşturma etkinlikleri ile öğrencilerinin matematiksel etkinliklerde fikirlerini yakından görme ve analiz etme imkanı bulmaktadırlar (Chamberlin ve Coxbill, 2012). Ayrıca model oluşturma etkinliklerinin gerçek yaşamda olduğu gibi tek bir çözümü olmayıp problemin çözümünde birden fazla uygun çözüm yöntemleri de kullanılabilir. Öğrenci ve öğretmenin model oluşturma etkinliklerinde gerçek yaşam durumlarını tanımlayan model geliştirmesini, problem çözücülerinin düşüncelerini belirtmesini, tekrardan kontrol etmesini, tasfiye etmesi için cesaretlendirmesini, kavramsal sistemlerin açıklanmasında görsel ortamdan faydalanılması konularının desteklenmesinin gerekliliği vurgulanmalıdır (Çetinkaya vd., 2008). Öğretmenler, öğrencilerin düşüncelerinin ve becerilerinin mevcut test yöntemleriyle anlaşılamadığından model oluşturma etkinliği geliştirmek istemektedirler (Lesh ve Doer, 2003).

Modelleme etkinliklerinin uygulanması matematiksel modellemede oldukça önemli olup etkinliklerin hangi özelliğe sahip olacağı ve nasıl oluşturulacağına yönelik üzerinde düşünülmelidir. Etkinliklerin hangi düzeydeki öğrencilere uygulanacağı, içerdiği problem durumunun hangi konuları kapsayacağı ve amacının ne olacağı modelleme etkinliğinin şekillenmesinde önemlidir. Modelleme etkinliklerinin, öğrencilerin gerçek hayatta karşılaşabilecekleri ve anlamlandırabilecekleri ya da önceden karşılaştıkları durumları içermelidir. Etkinliklerde çözüm için gerekli tüm veriler genelde problem durumunda verilir ve öğrencilerin bu verileri kullanarak daha önceki bilgileriyle çözüme ulaşmaları istenir. Çoğu zaman ise; verilerin tümü açıkça verilmez ve öğrencilerin çözüm için gerekli verileri belirlemeleri için deneyimlerini, bilgilerini ve problemle verilen görsellere dayalı olarak varsayımlarını oluşturur. Varsayımların problem durumuna uygun olmasına, çözüm için kullanılabilir olmasına ve gerçek yaşamda anlam ifade etmesine dikkat ederek oluşturulmalıdır. Etkinlik sonunda elde edilen çözümlerin yorumlanması ve doğrulanması gerekir. Öğrenciler çözümleri yorumlarken deneyimlerinden ve varsayımlarından elde ettikleri sonuçların anlamlılığını değerlendirmeleri, doğrulamada ise matematiksel işlemlerin kontrolünün yanında oluşturulan varsayımlar ve bunlara dayalı matematiksel modeller ve modellerin çözümünü kontrol etmeleridir. Kontrolde hatalar bulunursa süreçteki ilgili basamağa geri dönülerek, düzeltmeler yapılır (Bukova Güzel, Tekin Dede, Hıdıroğlu, Kula Ünver, Özaltun Çelik, 2018).

Model oluşturma etkinlikleri, öğrenciler arasındaki etkileşim de önemli olup, öğrencilere kendi düşünme ve öğrenme gelişimlerini oluşturmalarına ışık tutmaktadır. Etkinlikler sürecinde; tartışma süreçlerini devam ettirme, öğrencilerin sorularını ya da tahminlerini paylaşmaları bu etkileşimler vasıtasıyla ortaya çıkmaktadır (Doerr ve Tripp, 1999). Yani model oluşturma etkinlikleri, öğrencilerin etkili iletişim ve gösterim süreçlerinden yararlanarak matematik ile ifade edebildikleri düşüncelerini onlara buldurarak, onların gelişimlerine destek olmaktadır (Fox, 2006).

Bütün bu süreç sonunda model oluşturma etkinlikleri öğrencilere iki ayrı fırsat sunmaktadır. İlki önceden öğrenmiş oldukları bilgilerin uygulamasının yapılması, ikincisi ise gerçek hayat durumlarını matematik yoluyla matematiksel konuları daha da ayrıntılı olarak anlamalarını sağlayacaktır (Yoon, Dreyfus ve Thomes, 2010).

Fox, (2006) model oluşturma etkinliklerinin sahip olduğu özellikleri aşağıdaki şekilde açıklamıştır:

- ✓ MOE problem çözmeyi geleneksel anlayışın ilerisine taşıyan problem çözmenin güçlü biçimidir.
- ✓ MOE öğrencilerin ilgi duydukları ve onlar önemli olan olaylar etrafında geliştirilir. MOE, öğrencileri mevcut problemi keşfetme ve araştırmaya teşviklendirmelidir.
- ✓ MOE problemleri açık uçludur tek bir doğru cevabı bulunmamaktadır. Bunedenle neredeyse bütün öğrencilerin tamamı bazı seviyelerde başarılıdırlar.
- ✓ MOE'nde öğrenciler farklı yollarla kendi modellerini üretirler. Öğrenciler yazılı sembollerden, sözel hesaplamalardan, resimlerden, grafiklerden ve şekillerden oluşan farklı gösterimleri kullanarak modellerini sunabilirler. Öğrenciler düşüncelerini en iyi ifade eden gösterimi kullanabilirler.
- ✓ MOE'nde öğretmenlerin rolü, direkt öğretmek değil, öğrencilerin matematiksel gelişimine destek olmak ve çözümlerini kolaylaştırmaktır.
- ✓ MOE çoklu çözüm yaklaşımlarına imkan tanıyan problem çözme durumlarıdır ve öğrencilerin bilgi düzeylerine bakılmaksızın bütün öğrencilerin katılabilecekleri, farklı gelişim seviyelerine uygun oluşturulabilir.
- ✓ MOE öğrencilerin etkili iletişim kurmaları ve grup çalışmasına yönelik yeterlik kazanmaları için daha küçük gruplar şeklinde oluşturulabilir.

Şekil 2.8. Model Oluşturma Etkinliklerinin Özellikleri (Bukova Güzel vd., 2018)

Model oluşturma etkinliklerinin tasarımı ve bu etkinlikleri yönlendirmek için araştırmacılar, 6 (altı) prensip ortaya koymuşlardır.

1) Gerçeklik Prensibi: Gerçeklik prensibi, öğrencilere verilen problem durumunda gerçek hayatın içinde karşılaşabileceği bir durumu içermesidir (Bukova Güzel vd., 2018). Bu nedenle gerçeklik prensibinde öğrencilerin problemleri zihinlerinde keşfettikleri bilgiyi gerçek yaşamlarında deneyimlendirip buna göre ifadelendirmeleri önemlidir (Lesh vd., 2000). Bu prensip, öğrencilerin zihinlerinde zaten varolan sadece keşfedilmeyi bekleyen ve bu keşfedilen bilgilerin öğrenci tarafından gerçek yaşam durumlarına bunları yansıtması gerektiğini belirtir (Çetinkaya, Şen ve Baş, 2008). Bu prensipte öğrenciler; MOE'de müşteri ya da danışana yol gösteren kişi olmak için model oluşturarak, her problemin gereklilikten meydana geldiğini ve işe yarar olduğunu göstermeye çalışırlar (Tekin Dede ve Bukova Güzel, 2013a).

2) Model Oluşturma Prensibi: Model oluşturma prensibi, öğrencilerin problemi anlayıp çözebilmeleri adına matematiksel model oluşturmaları gerektiğini ifade eder (Chamberlin ve Moon, 2005). Bu prensipteki görev, kavramsal sistemleri oluşturmak için verilen problemin tasvir edilmesini, doğru anlaşılmasını veya ispatlanabilen düşünceleri öğrencilerin geliştirip revize etmelerini sağlamaktır (Çetinkaya vd., 2008).

Yani bu prensipte amaç bir karara ulaşmaktan ziyade, karara ulaşmayı sağlayacak bir model geliştirmektir (Bukova Güzel vd., 2018). Böylece model oluşturma ilkelerinde, cevabının bulunması gereken soru, öğrencilerin karmaşık problem durumlarında verilenleri ve istenenleri anlamaları için ve mümkün olan çözüm yollarını bulup gerekli olan çözüm modellerini yorumlamaları için gerekli olan modelleri oluşturma bilincini ortaya çıkarır (Lesh vd., 2000).

3) Öz-Değerlendirme Prensibi: Bu prensipte öğrenciler, öğretmenlerinin desteği olmadan modelin kullanışlı ve uygun olup olmadığını kendilerinin değerlendirmeleri gerektiğini ifade eder (Bukova Güzel vd., 2018). Öğrencilerin daha farklı yaratıcı çözümlerden en yaratıcı ve işe yarayan olanı seçmesini ve gereksiz alternatifleri elemesini sağlayabilecek bilgiler içerir (Lesh vd., 2000). MOE'nde gruptaki öğrencilerin her birinin değişik fikirleri ve çözümleri olabilir. Chamberlin ve Moon'a (2005) göre öz değerlendirme prensibi ile yaratıcılığın gelişmesi birbirine bağlıdır, çünkü yaratıcı olmak isteyen bir kişinin öz değerlendirmede bilgili ve yetenekli olması şarttır (Lesh vd., 2000).

4) Yapı Belgelendirme Prensibi: Bu prensipte öğrenciler modeli bir müşteri ya da danışmana yardımcı olabilmek için oluşturdukları için olabildiğince anlaşılır ifade edilmeli ve düşündüklerini ayrıntılı bir şekilde belirtmelidirler. Yapı belgelendirme prensibinde öğrencilerin fikirlerini ortaya koyan bir döküman oluşturmaları teknik yazmayı güçlendirir. Teknik yazma ise üst bilişi ve yüksek seviyede düşünmeyi basit hale getirir (Chamberlin ve Moon, 2005).

5) Model Genelleme Prensibi: Model genelleme prensibi, öğrenci düşüncelerinin paylaşılabilir, gerekirse farklılaştırılabilir veya üzerinden zaman geçmiş olsa bile her dönemde kullanılabilirliğini sağlamayı amaçlar (Lesh vd., 2000). Yani öğrencilerden yalnızca özel bir durum ve amaç için değil, başka durumlar içinde faydalanılabilir (Bukova Güzel vd., 2018). Bu prensip ile öğrencilerden bu ve buna benzer durumlariçin başka kişiler tarafından kullanılabilecek model yaratmaları istenerek, öğrencilerin kişisel bilgilerinin ötesinde daha yaratıcı olmaları adına herkese hitap edecek bilgiler orataya çıkarılması talep edilir (Chamberlin, 2004; Chamberlin ve Moon, 2005; Lesh vd., 2000).

6) Etkili Prototip Prensibi: Etkili prototip prensibine göre öğrencilerin geliştirdikleri modeller mümkün olduğu kadar herkesin anlayacağı seviyede basit ancak

matematiksel kurallara göre de anlamlı olmalıdır (Lesh vd., 2000). Bu prensipte görev, yapısal olarak bu ve buna benzer durumları da açıklamak için faydalı bir prototip sağlayacak keşfedici bir güce sahip olup orjinal fikirler ortaya çıkarmaları için öğrencileri cesaretlendirilip desteklemektir (Çetinkaya vd., 2008). Ayrıca yapı belgelendirme ve etkili ptototip prensipleri basite indirgenmemeli çünkü daha yeni yeni matematiğin içine giren matematik ile ilgilenen kişilerin problemleri çözüm aşamasında yararlı ve genellenebilir yeni şeyler tasarlayıp çözümleri öğrenmeleri aşamasında öğrencilerine yol gösterici olmaktadır (Chamberlin ve Moon, 2005). Prensibin sağlandığını anlamanın en iyi yolu, uygulamadan uzun bir süre sonra dahi çözümü öğrencilerin hatırlayıp hatırlamadığının belirlenmesidir (Bukova Güzel vd., 2018). Yani problemin çözümünün üzerinden ne kadar zaman geçmiş olsa bile öğrencilerin yapı bakımından karşılarına çıkacak benzer durumlarda çözümühatırlayabilmeleri önemlidir (Lesh vd., 2000).

Tablo 2.2. Model Oluşturma Etkinlikleri (MOE) Prensipleri (Tekin Dede ve Bukova Güzel, 2014)

PRENSIP	IÇERIGI
Gerçeklik Prensibi	MOE'nin içeriği öğrencilerin gerçek yaşamlarında anlamlı olabilecek durumlarıiçermelidir ve öğrenciler kendilerinden yardım isteyen gerçek bir kişi için model oluşturmalıdırlar.
Model Oluşturma Prensibi	Problem durumu öğrencilerin ürün olarak bir kelime ya da sayı üretmeleri yerine, onların model oluşturmalarını gerektirmelidir.
Oz Değerlendirme Prensibi	Problem durumu, öğrencilerin geliştirdikleri çözümlerin ne ölçüde geçerli olduğuna kendilerinin grup arkadaşlarıyla tartışarak karar verebilmesini gerektirmeli, öğrencilerin öğretmenlerinden yardım alma ihtiyacı hissetmelerine engel olmalıdır.
Yapı Belgelendirme Prensibi	Problem durumu öğrencilerin çözümlerinde tüm düşündüklerini ayrıntılarıyla ifade etmelerine olanak sağlamalıdır.
Model Genelleme Prensibi	Oluşturulan model benzer durumlara genellenebilir, benzer durumlarda yeniden kullanılabilir ve başkalarıyla paylaşılabilir olmalıdır.
Etkili Prototip Prensibi	Oluşturulan model ileride karşılaşılacak benzer durumlar için geçerliğini korumalıve bir ilk örnek (prototip) oluşturmalıdır

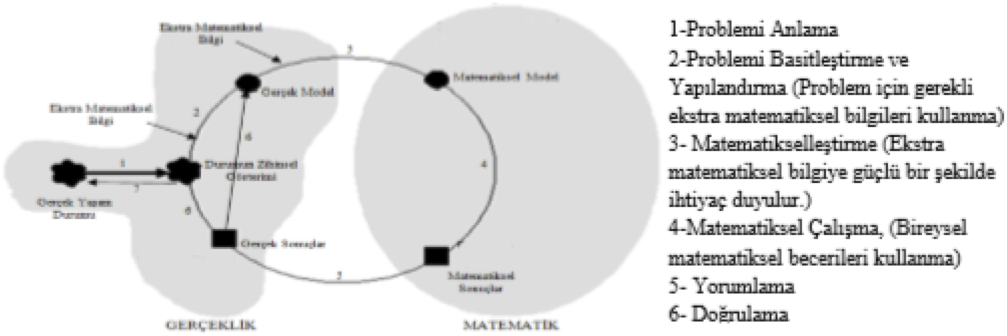
Diğer araştırmacılardan farklı olarak Lesh ve diğerleri (2000), model oluşturma etkinliklerinin öz değerlendirme, etkili prototip ve model genelleme prensiplerini de sağlaması gerektiğini söylemişlerdir ve matematiksel modelleme sürecinde farklı çözüm yolları üzerinde düşünme, matematiksel modeli yorumlama ve doğrulama süreçlerinin yaşanması için model oluşturma etkinliklerinin öz değerlendirme prensibine uygun olması gerekliliği görülmektedir (Lesh vd., 2000).

2.6. Matematiksel Modelleme Ekinliklerinde Öğrencilerin Rolü

Modelleme yeterlilikleri olan öğrenciler matematiksel modelleme sürecinde, gerçek hayat problemleri ile alakalı yapılandırma, matematiğe dönüştürme, yorumlama, çözme ve matematiksel çözüm neticesinde elde edilen modelleri, diğer problemlerde de kullanma yeteneklerini güçlendirir. Bunun sonucu olarak öğrencilerin elde ettikleri bu becerilerle ortaya konan problem ile ilgili bir durumu analiz eder, doğru çözüme ulaşarak sonuca gider ve elde ettiği çözüm yaklaşımının gerçek hayatla olan benzerliğini tartışarak, yorumlanabilir bir şekle getirir (Mousoulides, Christou ve Sriraman, 2008).

Modelleme süreci genel anlamda ise, öğrencilerin gerçek bir hayat problemini çözebilmek için uğraştıkları, bu manada da yeterliliklerini güçlendirdikleri bir süreç olup, bu süreçte hedefe ulaşmak için tek bir yöntem kullanılması söz konusu değildir (Lesh ve Doerr, 2003). İşte öğrenciler bu modelleme süreci içerisinde problem durumunu kavrayabilmeli, durumla ilgili tahminlerini ortaya koyabilmeli, gerekli matematiksel işlemleri kullanabilmeli, matematiksel kavramla olan bağı kurup, matematik ile ifade edilmiş olan verileri yorumlayabilmeli, çözüm yolları bulmak için problemin analizini yapabilmeli problemin orijinal durumlarında değişiklik yaparak genelleyebilmeli ve ulaşılan sonuçların doğruluğunu gösterebilmelidirler (Blum, 2011; Singer, 2007). Ayrıca modelleme sürecinde problemlerin başlangıcı gerçek hayat durumları olduğundan öğrenciler araştırmada soruları formüle dönüştürerek matematik bilgilerinin kullanışlılığını test ederler bu ise öğrencilerin matematiksel kavrayışlarının gelişmesini sağlar (Swan, Turner, Yoon ve Muller, 2007).

Bukova Güzel ve diğerleri (2018); Blum (1996) ve Kaiser’in (1995) çalışmalarından yola çıkarak Ferri 2006 yılında Blum ve Leiss’in (2005) modelleme sürecini bilişsel açıdan yeniden yapılandırdıklarını belirtmişlerdir. Bu döngüsel süreçte öğrenciler ilk olarak gerçek yaşam problemlerini anlamlandırır ve bu durumun zihinsel bir fotoğrafını çeker, bu zihinsel gösterimden sonra gerçek hayata geçişte, durumu basitleştirip, yapılandırarak, çözüm için belirgin hale getirip yapılması gerekenleri belirlerler. Daha sonra sözlü olarak oluşturulan gerçek model matematik dili kullanılarak matematiksel modele dönüştürülür ve bilgileri matematiğe dökme aşamasında öğrenciler matematik bilgilerini kullanarak modeli çözer ve matematiksel sonuçlar ortaya koyarlar. Bu sonuçlardan gerçek sonuçlara geçiş, yorumlama adımında gerçekleşir, bu aşamadan sonra gerçek hayattaki deneyimlerden faydalanılarak gerçek sonuçlar ile zihinsel gösterimin uyup uymadığı test edilerek geçerliliği kontrol edilir (Bukova Güzel vd., 2018).



Şekil 2.9. Modelleme Döngüsünün Bilişsel Perspektifi (Borromeo Ferri, 2006)

Tablo 2.3. Öğrencilerin Modelleme Sürecindeki Bilişsel Eylemleri (Bukova Güzel vd., 2018)

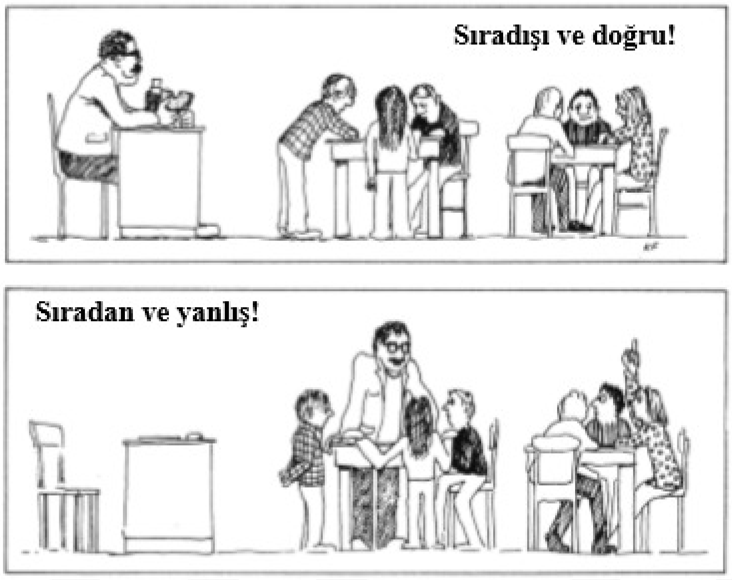
Karmaşık Gerçek Yaşam Durumu → Gerçek Yaşam Problem Durumu
- Problem durumunu açıklama.
- Basit varsayımlarda bulunma.
- Stratejik etkenleri saptama.
- Stratejik etkenlerin doğru elemanlarını belirleme.
Gerçek Yaşam Problem Durumu → Matematiksel Model
- Cebirsel modelin içereceği bağımlı bağımsız değişkenleri belirleme.
- Bağımsız değişkenleri birbirine karıştırmayacak şekilde tanımlama.
- Elemanları matematiksel olarak kullanılabilir formüllerle temsil etme.
- Bağlantılı varsayımlarda bulunma.
- Hesaplamaya olanak sağlayan matematiksel tabloyu ve teknolojiyi seçme.
- Formülü çoklu durumlara uygulayabilmek için uygun tekniği seçme.
- Modelin grafiksel gösterimini seçmek için uygun teknolojiyi seçme.
- Cebirsel denklemi doğrulamak için uygun teknolojiyi seçme.
- Bir grafiği anlama ve cebirsel bir denklemi doğrulamak için fonksiyon grafiklerini kullanma.

Matematiksel Model → Matematiksel Çözüm
- Uygun formülü uygulama. - Daha çok yönlü bir fonksiyon elde edebilmek için sembolik formülleri kullanarak cebirsel basitleştirme sürecinde bulunma. - Çoklu durumlara göre fonksiyon işlevselliğini otomatik olarak sağlamak için uygun teknolojiyi kullanma. - Hesaplamayı yapmak için matematiksel tabloları veya teknolojiyi kullanma. - Grafiksel gösterimi üretmek için teknolojiyi kullanma. - Matematiksel veya teknolojik notasyonları ve geçişleri doğru bir şekilde yapma. - Teknolojiyi kullanarak cebirsel modeli doğrulama. - Çözümlerin yorumlanmasına olanak sağlayan toplumsal sonuçlar elde etme.
Matematiksel Çözüm → Çözümün Gerçek Yaşam Anlamı
- Matematiksel sonuçları gerçek yaşamdaki karşılıklarıyla birlikte tanımlama. - Geçici ve nihai matematiksel sonuçları gerçek yaşam durumu açısından irdeleme (rutinlikten karmaşıklığa geçiş). - Yorumları doğrulamak için tartışmaları bütünleştirme. - Yeni bir yorumu destekleyen sonuçları üretmek için önceki varsayımları genişletme. - Yorumlayıcı bir soru yöneltmeden önce matematiği dahil etme ihtiyacının farkında olmak.
Modelin Gerçek Yaşamdaki Anlamı → Modelin Revize Edilmesi veya Çözümünün Kabul Edilmesi
- Beklenmedik sonuçlarla gerçek durumu uzlaştırma. - Matematiksel sonuçların olası gerçek dünya etkilerini dikkate alma. - Problemin matematiksel ve gerçek dünya yönlerini uzlaştırma. - Geçerli bir çözüm için kabul edilebilir kısıtlamaların yumuşatılmasının bir sınırının olduğunun farkına varma. - Modelin ayrıntılı sonuçlarının gerçek dünya yeterliğini dikkate alma.

Yanık, Bağdat, ve Koparan 2017'de öğretmen adayları ile yaptıkları çalışmalarında matematiksel modelleme problemleri (MMP)'nin sınıf içi uygulamalarında yani öğretim ortamına uygulanmasında sınıfta matematiksel modelleme problemleri (MMP) ile uğraşan öğrencilerin nasıl davranmaları yani ne yapmaları gerektiği ile ilgili düşüncelerini paylaşmıştır, paylaştıkları bu düşüncelerinde öğrencilerin bu süreçte matematiksel dilini kullanarak sürekli iletişim halinde olmaları gerektiğini, problemle ilgili iddialarda bulunmaları ve o iddiayı ispatlama gibi farklı yeteneklerini geliştirdiklerini söylemişlerdir. Bu duruma ilişkin düşüncelerini şu şekilde belirtmişlerdir. Aktiviteler uygulanırken öğrencilerin yoğun bir iletişim halinde oldukları, birbirlerinin düşüncelerini açıklarken ya da iddialarını ispatlarken, diğer işlemlerinde oldukça yoğun bir şekilde matematiksel ifadelerden faydalandıkları görülmüştür. Öğrencilerin bu aktiviteleri neticesinde gerçek hayatı matematik ile ifade etmelerini sağlayan yeteneklerinin gelişimi sağlanır, uygulamayı gerçekleştirenler öğrencilerin uygulama aşamasındaki görev paylaşımlarını gerçekleştirerek ortak düşüncelerini ortaya koymalarını ve birbirlerini bu aşamada desteklemelerini, grup çalışmasına yatkın, öğrencilerin karşılıklı fikirlerini paylaşmaları gerektiğini söylemişlerdir. Bu konuya yönelik iki grubun görüşleri ise, öğrenci, grupla çalışabilmeli ve yapması gerekeni bilmelidir. Böyle olmadığı sürece herkes birbirinden probleminin çözülmesini bekler. Öğrenciler MMP'yi gruplar oluşturarak çözebilirken, ders kitaplarında yer alan soruları (DKS) bireysel çözebilmektedir. Öğretmen adaylarının, öğrencilerin MMP'yi iyi anlamalarını, verilen talimatlara dikkat etmelerini ve ellerinden geldiğince daha başka yollara başvurmaları gerektiğini vurgulamışlardır. Öğrenciler MMP'yi çözerken ilk olarak öncelikle problemi doğru anlamalıdır ve öğretmenin problemle ilgili bahsettiği şeyleri ve bu sayede yaptığı yönlendirmelere dikkat etmelidirler. Öğrencilerin takip ettikleri yolla neticeye ulaşamamışlarsa kullandıkları çözüm yaklaşımını değiştirip yeni baştan denemelidirler (Yanık, Bağdat ve Koparan, 2017).

2.7. Matematiksel Modelleme Etkinliklerinde Öğretmenin Rolü

Öğrenciye matematiksel düşünme yetisi kazandırmak matematik eğitiminin en önemli amaçlarından biridir. Matematiksel düşünme becerisi öğrencilerin karşılaştıkları olayları değerlendirmeleri ve problemlere çözüm üretmeleri açısından oldukça önemlidir. Bundan dolayı; matematik eğitiminde üstünde durulması gereken konular, öğrencilerin zihinlerinde olan veya karşılaştıkları problemleri değerlendirebilmeleri ve bu problemlerin çözümlerini bulabilmek için model oluşturabilmeleridir. İşte bu süreçte öğretmenin rolü öğrencilerin problem çözdükleri aşamada sınıf içi söylemleri anlaşılır hale getirmek ve öğrencilerin kavrayışlarını geliştirmeyi desteklemektir (Yackel, 1995). Matematik öğretmenleri bunları yaparken bu modelleme aktiviteleri de kendilerini geliştirebilmeleri için bir fırsat oluşturmaktadır (Lesh ve Doerr, 2003).



Şekil 2.10. Öğrencilerin Öğrenmesiyle İlgili Yanlış Bir Görüş (Blum, Borromeo Ferri, 2009)

Yanık ve diğerleri (2017)'de öğretmen adayları ile yaptıkları çalışmalarında, matematiksel modelleme problemleri (MMP)'nin sınıf içi uygulamalarında yani öğretim ortamına uygulanmasında öğretmenlerin öncelikle iyi bir rehber olması gerektiği ve modelleme süreçlerine hakim olarak süreci iyi yönetmesi gerekliliği vurgulanmıştır. Çalışmalarında araştırmacıların bazı görüşlerine de yer vermişlerdir. Bu görüşler özetle; modelleme süreci hedefe ulaşabilmesinde öğrencinin en üst düzeyde bağımsızlığı ve öğretmenin en alt düzeyde rehberliği arasında kalıcı denge sağlanması gerektiği, ancak günlük matematik eğitiminde öğretmenlerin genellikle öğrencilerin davranışlarına müdahale ettiklerinden dolayı bu kalite kriterlerinin sıklıkla ihlal edildiği düşünülmektedir. Modelleme sürecinde öğretmenlerin rehberlik rolü üstlenerek öğrencileri doğru yönlendirebilmesi ve modellemeyi ve süreçleri doğru bir şekilde gerçekleştirebilmeleri için yeterli modellemeyle ilgili bilgiye sahip olmaları ve modelleme aşamasında öğrencilerin karşılaştıkları güçlükleri belirleme becerilerinin kendilerinde bulunması gerekir. Diğer bir ifadeyle öğretmenler, öğrencilere iyi bir yol gösterici ve öğrencilere matematiksel modelleme problemlerini çözdürebilecek yeterliliğe sahip olmaları gerekmektedir. Ayrıca öğrencilerin, problemi doğru anlamaları için yeteri kadar açıklama yapıp doğru düşünmelerinde onlara destek olacağı soruları sorup problemi başlangıçta doğru olarak anlamalarınayardımcı olmalıdırlar, bunları yaparken aşırı ipucu vermemesi, zamanlamayı iyi yapması ve öğrencilere uygulama için gereken yeterli zamanı vermesi gerekmektedir. Öğretmen sorudan önce söylemesi gerekenleri söylemeli, soruyu sorduktan sonra öğrencilerin soruyu okuyup anlamaları için biraz zaman vermelidir. MMP 'de öğretmenlerin rolü problemler çözülürken öğrenciler için pusula görevidir ancak onları kısıtlamaz ve onlara varacakları noktayı söylemez onlara yalnızca ipuçları verir, yani öğretmen dersin başında verdiği problemle ilgili açıklamalar yapar öğrencilerin fikirlerini geliştir ve öğrencilerin takıldığı noktalarda onları etkilemeden yani problemin cevabını ve sonucunu söylemeden genelleme yapabilmelerine yardımcı olur (Yanık vd., 2017).

Modelleme aktivitelerinin uygulanması aşamasında öğrencilerin kurduğu birçok farklı çözüm yaklaşımları olacaktır. Öğretmenler öğrencilere doğru rehberlik yapabilmeleri için bu yaklaşımları daha önceden düşünmeleri gerekir. Öğretmenler rehberlik aşamasında öğrencileri kendi düşündükleri çözüm yaklaşımlarına yönlendirmeleri güçlü bir olasılıktır. Bu nedenle öğretmen kendi çözüm yaklaşımından ziyade öğrencilerin düşüncelerine odaklanmalı ve onları farklı çözüm yolları ortaya çıkarabilmeleri için teşvik edici olmalıdır. Öğretmen kendi düşünceleri neticesinde ulaştığı çözüm yaklaşımlarına ek olarak yeni çözüm yaklaşımları da olabileceğini düşünerek meslektaşlarından fikir alabilirler. Bu sayede uygulanan modelleme etkinlikleri daha verimli geçecektir (Bukova Güzel vd., 2018).

2.8. İlgili Araştırmalar

Her geçen gün insanlarda artan daha iyiye ulaşma isteği birçok alanda yeni gelişmelerin meydana gelmesine sebep olmuştur. Günümüz araştırmalarının çoğunluğunu, yeni gelişmelerin peşinden getirdiği sorunlara çözüm arama oluşturmaktadır.

17. yüzyılda Isaac Newton iki gezegenin hareketini diferansiyel denklemler kullanarak modellemiş ve analiz etmiştir. Newton'un bilim dünyasına kazandırdığı bu

bakış açısı ile başka fiziksel olaylarda modellenmeye başlanmış, modellerin gelecekteki durumlarının tahmin edilebileceğini göstermiştir. Henry Poincore, Van der Pol, Levinson vb. gibi bilim adamları dinamik analizlerle ilgili kayda değer metotlar geliştirmişlerdir. 1950'li yıllarda bilgisayarların kullanılması ile dinamik alanda hızlı bir ilerleme kaydedilmiştir. 1980' den beri çeşitli teorik çalışmalar yapan bilim insanları kimya, biyoloji, fizik, ekonomi, mühendislik gibi alanlarda da uygulamalar yapmıştır.

2.8.1. Türkiye'de Yapılan Araştırmalar

Kertil'in (2008) çalışmasında nitel araştırma yöntemini kullanarak bir üniversitede dördüncü sınıf ortaöğretim matematik öğretmeni adaylarının modelleme etkinlikleri sürecinde problem çözme becerilerinin nasıl ortaya çıktığı ve problem çözme becerilerinden hangi düzeyde faydalandıkları incelenmiştir. Bu becerilerinin ortaya çıkarılması için ortaöğretim matematik öğretmen adaylarına modelleme testi ve modelleme etkinlikleri uygulanmıştır. Araştırma neticesinde öğretmen adayları modelleme etkinliklerinde zorluklar yaşamış, problemin çözümünün gerçekleşmesi aşamasında hedefi belirginleştirme, matematiksel modeli kurma ve kurulan bu modeli uygulama, grafiklerden faydalanma gibi modelleme sürecinin bazı basamaklarında zorlandıkları görülmüş, yani problem çözme yeteneklerinin yeterince iyi olmadığı anlaşılmıştır. Öğretmen adaylarının modelleme etkinliklerine çok uzak oldukları anlaşılsa da çalışma sonucunda öğretmen adaylarının modelleme ile ilgili görüşlerinin olumlu yönde gelişme gösterdiği gözlemlenmiştir.

Korkmaz ve Gür (2010) doktora tezinde içerik analizi tümleşik desen modeli kullanarak ilköğretim matematik öğretmenliği ile sınıf öğretmenliği bölümünde öğrenim gören öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ve modellere yönelik görüşlerini göstermeyi amaçlamıştır. Uygulamanın öncesinde ve sonrasında bakış açılarında ve yaklaşımlarında herhangi bir değişiklik olup olmadığı incelenmiş, matematiksel modelleme yeterlilikleri anlaşılmaya çalışılmıştır. İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adayları ile yaptığı bu çalışma ilköğretim matematik öğretmenliğinden otuz yedi ve sınıf öğretmenliğinden otuz üç öğrenci olmak üzere toplamda yetmiş öğrenciyle sürdürülmüştür. Veri toplamada faydalanılan veri toplama araçları model ve modelleme anketi, matematik tutum ölçeği, ısınma problemleri, ayak izi ile voleybol problemi aktivitelerinden elde edilen veriler olup, öğrenciler ile yürütülen görüşmelere bakıldığında nitel ve nicel yöntemin her ikisinin de kullanıldığı görülmüştür. Çalışmanın bitiminde anket ile tutum ölçeği tekrar uygulanmış yirmi iki öğretmen adayıyla bireysel görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Araştırma neticesinde öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrasında modeller ve modelleme görüşlerinde önemli bir fark olduğu görülmüştür. Modelleme yeterlikleri yönünden ise önemli bir fark görülmemiştir. Öğretmen adayları modelleme süreçlerinde güçlük yaşadıklarını görüşmelerde belirtmişlerdir. Modellemenin karmaşık ve uzun süren bir süreç olmasına rağmen bu sürecin içerisinde bulunmaktan keyif aldıklarını, matematiğin günlük yaşamda ne kadar önemli olduğunu fark ettiklerini söylemişlerdir. Araştırmanın en sonunda da eğitim fakültelerindeki öğretmen yetiştiren uzmanlara ve modellemeyi matematik derslerinde kullanmakta ya da kullanacak öğretmenlere önerilerde bulunulmuştur.

Bukova Güzel ve Uğurel (2010) özel durum çalışması yöntemi kullandıkları araştırmalarında ortaöğretim matematik öğretmeni adaylarının Analiz-I dersindeki akademik başarılarıyla matematiksel modelleme yaklaşımları arasındaki bağı araştırmışlardır. Bu çalışma kapsamında katılımcı olarak farklı akademik başarıya sahip on iki öğretmen adayının Analiz-I dersi kapsamında yapılan beş sınavının ortalaması alınmış ve çalışma grubu bu sınavların ortalamalarına göre yüksek, orta ve düşük düzey ortalamaya sahip olan gruplardan dörder kişi seçilerek oluşturulmuştur. Matematiksel modelleme problemlerinin öğrencilere uygulanmasıyla elde edilen veriler ile bu problemlerin kaynaklardaki matematiksel modelleme aşamaları değerlendirilmiş, araştırmacılar tarafından geliştirilen beş adımdan oluşan bir puanlama kullanılarak bu veriler analiz edilmiştir. Araştırma neticesinde öğretmen adaylarının modelleme yaklaşımlarının akademik başarıdan bir ölçüde etkilendiğini ortaya çıkmıştır.

Çiltaş (2012) ilköğretim matematik öğretmenliği üçüncü sınıfında öğrenim gören on öğretmen adayıyla yürüttüğü çalışmasında örnek olay (case study) yöntemini kullanarak, öğretmen adaylarının diziler ve seriler ile alakalı zihinsel modellerini ortaya çıkarmaya çalışmıştır. Öğrencilerin kavramlar için meydana getirdikleri zihinsel modelleri, gerçek bilimsel modeller ile karşılaştırmışlardır. Yarı yapılandırılmış görüşmeler aşamasında öğretmen adaylarının çizdikleri görsellerden oluşan veriler analiz edilmiş ve araştırma neticesinde bazı öğrencilerde diziler, seriler ve bunların özellikleriyle alakalı, benzer zihinsel modellerin bulundukları ancak gerçek bilimsel modellerle alakası olmayan modeller kurdukları, bazılarının ise dizi ve serilerle alakalı kavramlara yönelik zihinsel model kuramadıkları ve yorum yapamadıkları görülmüştür.

Şen Zeytun (2013) durum çalışması kullandığı çalışmasındaki altı katılımcı öğretmen adayı amaçlı örneklem yöntemiyle seçilmiş olup, çalışmanın amacı öğretmen adaylarının modelleme aktiviteleri ile uğraşırken modelleri nasıl kurduklarını anlamak ve modelleme aşamalarını etkileyen nedenlerin neler olduğu konusunda görüşleri ortaya çıkarmaktır. Çalışma on dört hafta derslerin içerisinde uygulanan beş modelleme problemi çerçevesinde yürütülmüştür. Araştırma neticesinde öğretmen adayları modelleme sürecinin dört ana aşamadan meydana geldiğini göstermiş ve bu aşamaların problemi anlama, plan geliştirme, planı uygulama ile kurulan modeli yorumlama ve test etme adımlarıdır. Ayrıca öğretmen adaylarının modellemeyle alakalı tecrübe ve kavramsal anlayışlarının yetersizliği, zamanın sınır olması ve değerlendirilme endişeleri gibi pek çok etken modelleme sürecinin başarı ile uygulanmasına engel olmaktadır. Bu çalışma, tüm bu etkenlerin modelleme aktivitelerinin başarılı bir şekilde uygulanacak ortamın oluşmasını engelleyebileceğini ve öğretmen adaylarının modelleme sürecinde sonuç odaklı tek bir modelleme döngüsü ortaya koymalarına neden olabileceğini ortaya koymuştur.

Akgün ve diğerleri (2013) araştırmalarını on bir okulda görev yapan on bir ilköğretim matematik öğretmeni ile gerçekleştirmişlerdir. Araştırma ile amaçlanan öğretmenlerin matematiksel modelleme yöntemi hakkındaki görüşlerini incelemektir. Öğretmenlerle yarı yapılandırılmış görüşmeler ve sınıf içi gözlemler yapılarak araştırmanın verileri toplanmıştır. Toplanan verilerin analizleri neticesinde yapılan görüşmeler ve sınıf içinde gözlemlenen öğretmenlerin matematiksel modellemeyle alakalı yeterli bilgilerinin olmadığı ayrıca model, modelleme, matematiksel model ve matematiksel modelleme kavramlarını karıştırdıkları ve matematiksel modellemeden derslerinde faydalanmadıkları gözlemlenmiştir.

Deniz ve Akgün (2014) doktora tezinde durum çalışması deseni yöntemini kullanmış ve çalışmasını Ağrı il sınırları içerisindeki üç ayrı ortaöğretim okulunda eğitim-öğretim faaliyetini yürüten on üç matematik öğretmeniyle gerçekleştirmiştir. Bu çalışma kapsamında otuz yedi lise öğrencisi ile de etkinliklerle ilgili görüşmeler yapılmıştır. Araştırmacı tarafından yarı yapılandırılmış olarak düzenlenen gözlem protokolü, öğretmenlerin görüşleri için düzenlenen yine yarı yapılandırılmış ön ve son görüşme protokolleri, öğrencilerin görüşleri içinse yarı yapılandırılmış görüşme protokolü ile yine öğretmenler tarafından oluşturulan modelleme problemleriyle veriler toplanmıştır. Öğretmenlerin matematik dersi vasıtasıyla gerçek yaşam arasında ilişki kurulmasına yönelik görüşleri ile matematiksel modelleme yoluyla alakalı ön verileri tespit etmek için ön görüşme gerçekleştirilmiştir. Bu görüşmeler bittiğinde matematiksel modelleme metodu anlatılmış, matematiksel modelleme yöntemleriyle alakalı örnek etkinlikler gösterilmiştir. Öğretmenler MOE tasarım prensiplerini göz önünde bulundurarak üç den az olmamak üzere aktivite meydana getirmelerini ve oluşturdukları bu aktiviteleri sınıflarındaki öğrencilere uygulamaları istenmiş, öğretmenler MOE tasarım prensiplerini dikkate alarak uygun buldukları konularda etkinlikler meydana getirmişlerdir. Daha sonra öğretmenler kırk dokuz ders saati gözlemlenerek bu gözlemler video ile kaydedilmiş ve meydana getirdikleri bu aktiviteleri sınıflarında uygulayabilme yeterlilikleri gözlemlenmiştir. Uygulama, yapılan görüşmeler, gözlemler ve aktiviteler neticesinde ulaşılan bilgiler betimsel ve içerik analiziyle değerlendirilmiştir. Araştırma neticesinde öğretmenlerin meydana getirdikleri MOE'nin hepsinin gerçeklik ve model genelleme prensipleri yönünden uygun, öz değerlendirme prensibine göreyse kısmen uygun olduğu görülmüştür. Öğretmenlerin uygulama sırasında kurdukları modeli gerçek hayatla ilişkilendirme adımında eksikliklerinin olduğu anlaşılmıştır. Öğretmenlerle yürütülen görüşmelerde ise öğretmenler matematiksel modelleme aktivitelerinin kalıplaşmamış olduğunu, muhakeme yeteneğini güçlendirdiğini, matematikten günlük yaşamda daha çok faydalanılması gerekliliğini belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmenlerden bazıları matematiksel modelleme aktivitelerinin derslerinde yalnızca öğrenci bilgi düzeylerinin yeterli olması halinde uygulayabileceklerini ifade etmişlerdir. Öğrencilerin uygulanan etkinliklere yönelik görüşlerinde ise öğrenciler, derslerinde bu etkinliklere yer verilmesini istemişler ve matematiksel modelleme aktivitelerinin uygulama aşamasında eğlendirici olduğunu, yorum yapmayı gerekli kıldığını, kalıcı öğrenmeyi sağlayarak, matematiği gerçek yaşamda daha çok kullanılması gerçeğini görmelerine yardımcı olduğunu söylemişlerdir.

Ural (2014) nitel araştırma yöntemi kullanmış olup, çalışma ilköğretim matematik öğretmenliğinde öğrenim gören otuz sekiz öğrenci ile yürütülmüştür. Araştırmayla öğrencilerin matematiksel modelleme yetenekleri ile bu süreçte karşı karşıya kaldıkları güçlükleri incelemek amaçlanmıştır. Adaylara teorik ve deneysel modellemeyle ilgili iki problem durumu verilmiş olup bu problemlerin çözümünden elde edilen veriler betimsel analiz yöntemi ile analiz edilmiştir. Öğretmen adaylarının modelleme becerilerine, Berry ve Houston (1995)' nın ortaya konduğu matematiksel modelleme süreci temel alınarak “Problemi Anlama”, “Değişkenleri Seçme”, “Matematiksel Modeli Oluşturma” ve “Yorumlama” basamakları yönünden incelenmiştir. Araştırma neticesinde öğrencilerin büyük bir kısmının verilen gerçek hayat problemini anlamada, matematik ile göstermede, matematiksel bir model kurmada, kurdukları bu modeli yorumlamada, aritmetik yerine cebiri kullanmada, sahip oldukları matematik bilgilerini gerçek hayat probleminin çözümü sürecine aktarmada yeteri kadar başarılı olamadıkları görülmüştür.

Özer ve Bukova Güzel (2016) nitel çoklu durum çalışması desenine dayanan çalışmalarındaki katılımcılar ölçüt örnekleme yöntemi ile seçilmiştir. Bu çalışmanın amacı matematik öğretmenlerinin, öğretmen adaylarının ve lise öğrencilerinin matematiksel modelleme algılarını ve matematiksel modelleme problemlerine yönelik bakış açılarını belirlemektir. Çalışmayı öğrenci, öğretmen ve öğretmen adaylarıyla yürüterek farklı bakış açıları kazanmak amaçlanmıştır. Bu çalışmada tüm katılımcıların daha önce matematiksel modellemeye dair eğitim almış olmaları ölçüt olarak alınmıştır. Araştırmacılar tarafından oluşturulmuş görüş formu ile veriler toplanmış ve görüş formuna verilen yanıtlar içerik analizi kullanılarak analizleri yapılmıştır. Öğretmen, öğretmen adayı ve öğrencilerin matematiksel modelleme ve modelleme problemlerine dair algıları, ortaya çıkan kategoriler bağlamında karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiş ve matematiksel modelleme problemlerini diğer problem çeşitlerinden ayırabildikleri, bu kapsamda çok fazla yanılgıya sahip olmamakla birlikte kısıtlı algılara sahip oldukları anlaşılmıştır. Araştırma neticesinde, matematiksel modelleme etkinliklerini derslerinde kullanacak öğretmenlerin ve araştırmacıların algı ve yanılgılara dikkat etmeleri tavsiye edilmiştir.

Yanık, Bağdat ve Koparan’nın (2017) temel nitel araştırma yöntemi benimsedikleri çalışmaları bir dönem süresince devam eden bir modelleme dersine katılım gerçekleştiren kırk öğretmen adayı ile yürütülmüştür. Öğretmenlerin görüşleri dönemin sonunda açık uçlu bir anketin uygulanmasıyla elde edilmiştir. Bu çalışmada matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme problemlerine yönelik bakış açılarının incelenmesi amaçlanmıştır. Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme problemleri ile ortaokul matematik ders kitaplarındaki gördükleri problemler arasındaki farkları incelemiş ve matematiksel modelleme sorularının sınıf içi kullanılabilirliği ile ilgili düşüncelerini anlamayı hedeflemiştir. Araştırma neticesinde matematiksel modelleme problemleriyle ilk kez karşılaşan öğretmen adayları bu problemleri matematik problemiymiş gibi görmediklerini göstermiş ve matematiksel modelleme problemlerini ders kitaplarındaki sorular ile karşılaştırdıklarında gerek yapısal bakımdan gerekse problemleri çözüm süreçleri açısından pek çok farklılığın bulunduğunu ifade etmişlerdir. Bunlara ek olarak, öğretmen adayları, öğretmenler ve öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerinin uygulandığı bir ortamda geliştirici ölçme değerlendirme yaklaşımlarından faydalanılması ve rollerin değişmesi gerektiğini söylemişlerdir. Ayrıca matematiksel modelleme problemlerinin, zaman yönetimi, sınıf yönetimi nedeniyle uygulamayı güçleştirdiği düşüncelerinin yanında, eğer tam anlamıyla uygulanabilirse öğrencilere birçok matematiksel düşünme becerisi kazandıracağını ifade etmişlerdir. Bunun içinde matematiksel modelleme etkinliklerinin seçmeli ve mevcut derslerin içine entegre edilmesi tavsiye edilmiştir.

Mumcu ve Baki (2017) araştırmasında özel durum çalışması kullanmıştır. Çalışma, bir devlet lisesinde öğrenim gören altı öğrenciyle gerçekleştirilmiş, veri toplama aracı olarak gerçek hayat sorularından oluşan sekiz soruluk matematiği kullanma problemleri ve klinik görüşmeler kullanılmıştır. Çalışmada öğrencilerin gerçek hayatta, matematiksel modelleme becerilerini kullanım şekillerinin yorumlanması amaçlanmıştır. Araştırmacı, çalışmada "Modelleme Becerisi Dereceli Puanlama Ölçeği" geliştirerek geçerlik ve güvenirlik çalışması yapmış, çalışma sonucunda ortaya çıkan verilerle araştırmaya katılan öğrencilerin matematiksel modelleme yeteneklerini kullanma şekillerini farklı boyutlarda değerlendirilmesi için çalışmışlardır. Araştırma neticesinde öğrencilerin modelleme yeteneklerini etkin bir şekilde kullanabilmeleri için öğretim yapılan ortamlarda matematiksel modelleme ve uygulama sorularına çok daha fazla yer verilmesinin gerekliliği vurgulanmıştır.

Çiltaş (2017) nitel araştırma yaklaşımları içerisinde yer alan etkileşimsiz desenlerden betimsel içerik analizi kullandığı çalışmasının amacı Türkiye'de matematik eğitimi alanında yayınlanan matematiksel modelleme araştırmalarının eğilimini tespit etmek ve bu bağlamda ilgili alana öneriler sunmak olup, bu amaç doğrultusunda Türkiye'deki 24 ulusal dergideki 38 makale ve 14 üniversitede devam eden 28 tez incelenmiştir. Kaynaklardan yararlanılarak ilgili yayınları değerlendirmek için geliştirilen yayın sınıflandırma formu, modelleme araştırmaları için güncellenerek kullanılmıştır. Formda ilgili çalışmanın bilgileri, alanı, matematik konu alanı matematiksel modelleme türleri, matematiksel modelleme kullanım şekli, araştırma yöntemi, veri toplama araçları, örneklemi, veri analizi yöntemi, çalışmanın sonucu kategorilerine yer verilmektedir. Yapılan analizler, frekans ve yüzde gibi betimsel istatistik teknikleri kullanılarak sunulmuş ve araştırmanın bulgularına göre, Türkiye'de matematiksel modellemeye yönelik çalışmaların yaklaşık on yıllık bir geçmişe sahip olduğu ve artarak devam ettiği belirlenmiş ve matematiksel modellemeyle ilgili tezlerin yüksek lisans düzeyinde daha çok olduğu görülmüştür. Araştırma neticesinde elde edilen sonuçların alanda gerçekleştirilen çalışmaların güçlü ve eksik taraflarını görmesi yönünden faydalı olacağı, daha sonra yapılacak çalışmalara da yön vermede belirleyici bir kaynak olarak kullanılabileceği ve matematiksel modellemeye yönelik araştırma yapan araştırmacılara rehberlik edip yol göstereceği düşünülmektedir.

2.8.2.Yurt Dışında Yapılan Araştırmalar

Cheng (2001) matematiksel modellenin Singapur'daki okullarda öğretim programlarına dahil edilerek öğretimde kullanırlılığını araştırmaya çalışmış bunu gerçekleştirebilmek için müfredatta yer alan matematiksel modelleme süreci ile ilgili problemleri ele almıştır. Çalışmasından elde ettiği veriler neticesinde okullardaki müfredatın yeterli olduğu öğretim programının değiştirilmesine gerek olmadığı fakat bazı matematik konularının öğretilmesi için mevcut yaklaşımların gözden geçirilmesi gerektiğini belirtmiştir.

Verschaffel ve diğerleri (2002) çalışmalarında, kelime problemlerini çözmeye çalışırken birçok öğrencinin modelleme sürecinin tüm aşamalarından geçemediğini belirtmiştir.

Berry (2002)'nin çalışması, gerçek dünyadaki durumu tanımlayan model formülasyonunun, öğrenciler için zor olduğu iddiasını desteklemektedir. İlgili literatürü inceleyen Berry, öğrencilerin durumu yansıtmak yerine, derhal veri toplamaya başladıklarını ifade etmiştir. Ayrıca öğrencilerin matematiksel yeterlilik ve bilgi seviyelerinin de modelleme sürecini engelleyebilecek faktörler olduğunu belirtmiştir.

Nyman ve Berry (2002) yaptıkları çalışmada lisans matematik öğrencileri ile yapılan modelleme dersinin ürettiği bir değişiklikten bahsetmişlerdir. Modelleme problemleriyle çalışırken özellikle sürecin başında öğrencilerin hayal kırıklığına uğradıklarını, bazen de cesaretlerinin kırıldığını ve duygusal mücadeleler gösterdikleri sonucuna varmışlardır. Modelleme süreci öğrenciler için çok zorlayıcı olsa da, araştırmacılar öğrencilerin farklı düşünmeye zorlandıkları ve sorunlara farklı açılardan yaklaşmayı ve onlara bu açılardan bakmayı öğrendikleri sonucuna ulaşmışlardır.

English (2006) çalışmasında çoklu işbirliğini kullanmış olup çalışmasını Avustralya'da özel, karma bir eğitim veren okulun bir sınıfındaki öğrenciler ile o öğrencilerin öğretmenleriyle yürütmüştür. Öğrenciler için modelleme programına okulun beşinci sınıfında başlanmış, yedinci sınıf bitene kadar sürmüştür. Öğrenciler, matematiksel modelleri meydana getirirken, gözden geçirirken ve onları çözerken işbirliği yapmışlardır. Sınıf öğretmenleri de araştırmacılarla, öğrenci aktiviteleri planlanırken, modeller tasarlanırken, gözden geçirilirken ve uygulanırken süreci birlikte yürütmüşlerdir. Araştırmacılar, çalışma esnasında çalışmada sadece öğrencilerin gelişimine odaklanmasının yanında her katılımcının bilgi gelişimini de gözlemleyip rapora dönüştürmüştür. Ayrıca sınıfta yeni bir problemi uygulamadan önce ve sonra görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın ilk yılında okul ve okul dışında ortaya çıkan matematik ve matematiksel problemi çözme ile sınıf tartışmalarını barındıran bir dizi modelleme etkinlikleri uygulanmış bu sayede öğrenciler bir dizi rutin olmayan problemleri keşfetmişler ve gruplar halinde çalışarak modelleme etkinlikleri ile tanışmaları sağlanmıştır. Çalışmanın ikinci ve üçüncü yıllarında birer tane 'ilk model oluşturma problemi' ve iki tane 'model ısınma problemi' uygulanmıştır. Bu uygulamalar aşamasında matematiksel modelleme ile ilgili bilgi verilmemiş fakat öğrenciler yardıma ihtiyaçları olduğunda, onlara sorular sorularak kendi düşüncelerine yoğunlaşmaları sağlanmıştır. Veriler; gözlemler, sınıf tartışmaları ve grupların çözümleri neticesinde elde edilmiş bu verilerin ise üç aşamada analizi gerçekleştirilmiştir. İlk olarak öğrencilerin matematikselleştirdikleri problemi yorumlamaları, modelleme süreçleri ile problemi çözmek için kullandıkları yaklaşımlar analiz edilmiştir. Diğer aşamada sınıf tartışmaları, tutulan notlar ve öğrencilerin konuşmalarının analizi gerçekleştirilmiştir. Son aşamada ise bütün çalışma yaprakları ve matematikselleştirme süreçleri sonunda elde edilen modelleri tanımlama ve karşılaştırma amacıyla analizler gerçekleştirilmiştir. Çalışma neticesinde genel olarak ilkokul öğrencileri, ortaokul öğrencilerinin düzeyinde uygulanan modelleme problemlerinde başarılı oldukları anlaşılmıştır, ayrıca öğrencilerin daha küçük ekiple çalıştığında ekip çalışmasına daha iyi uyum sağladıkları ve modelleme sürecinde öğrencilerin kendi fikirlerini ortaya koyabildikleri anlaşılmıştır.

Kaiser ve Sriraman (2006), makalelerinde ayrıntılı olarak matematiksel modelleme üzerine altı farklı bakış açısından bahseder. Bu altı bakış açısı gerçekçi veya uygulamalı modelleme, bağlamsal modelleme, eğitim modellemesi, sosyo-kritik modelleme, teorik modelleme ve bilişsel modelleme olarak listelenmiştir. Sonuncusu, bir tür meta-perspektif olarak listelenir. Bu bilişsel perspektifin araştırma hedefleri şu şekilde tanımlanmıştır: "Modelleme süreçlerinde gerçekleşen bilişsel süreçlerin analizi ve bu bilişsel süreçlerin anlaşılması".

Lingefjard (2007) tarama çalışması kullandığı araştırmasında İsviçre'de matematik ve matematik eğitimi bölümünde çalışan öğretim üyeleriyle matematiksel modelleme sürecinde yaşanan güçlükleri ve kolaylıkları araştırmak için bir çalışma yürütmüştür. Çalışmada öğretim üyelerinin derslerde matematiksel modellemeden faydalanıp faydalanmadıklarını, eğer faydalanıyorlarsa üniversitelerdeki öğretmen olacak adaylara nasıl bir eğitim verilmesi gerektiğinin, faydalanmıyorlarsa, faydalanmama sebeplerinin ne olduğu kendilerine sorulmuş ve araştırma neticesinde, öğretim görevlileri, öğretim programının yoğun olması, matematiksel modellemeden birçok disiplinin faydalandığı bir konu olması, gerçek matematik olmaması, modelleme aktivitelerinde teknolojinin kullanılmasının karmaşık olması ve adil olmaması şeklinde görüş bildirmişlerdir. Bununla birlikte çalışmanın yürütüldüğü öğretim üyelerinin matematiksel modellemeden faydalanmalarında bilgi eksikliklerinin de olduğu anlaşılmıştır.

Lesh ve Yoon (2007) araştırmasında problem çözme sürecinin temel özelliklerinden bahsetmişlerdir. Bu özelliklerin ilki, sürecin bilinmeyenleri, verilerin ve koşulların tanımlanmasıyla başlaması ve problem çözmede problem ifadesinde ne istendiğidir. İkincisi, hedeflenen sonuç matematik alanı içinde açık bir matematiksel sonuca ulaşmaktır. Üçüncüsü, problem çözme süreci, matematik dünyasında amaçlanan hedeflere verilen sonuçları izleyerek cevabı bulmaya dayanır. Aksine, matematiksel modelleme "güçlü matematiksel kavramlar veya kavramsal sistemler için anlam ve kullanışlılık gelişimi" olarak adlandırılır. Matematiksel modelleme, gerçek yaşam durumlarını içerir ve matematiksel modelleme etkinliklerinin ifadeleri, öğrencilerin çözüm için ayrı ve faydalı yollar bulmalarını sağlamaktadır. Çözümün basit olması ve matematiksel bir cevap sağlaması gerekmez. Aksine, çözüm benzer durumları tanımlayan ve açıklayan matematiksel bir araçtır. Ayrıca matematiksel modelleme sürecinin sonuç olarak daha açıklayıcı bir modele ulaşmak için test, gözden geçirme ve ayrıntılandırma prosedürlerini içerdiğini ifade etmişlerdir.

Galbraith (2012), eğitim ortamlarında farklı modelleme bakış açılarını iki türe ayırmıştır. Bu sınıflandırmaya göre, modelleme matematiksel bir kavramın öğrenilmesini geliştirmek için bir "araç" olarak veya matematiksel bir kavramın vurgulanması amacıyla gerçek bir problemin çözülmesine yönelik modelleme yeteneklerini geliştirmek için “içerik” olarak kullanılır.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde, araştırmanın deseni, araştırma için seçilen katılımcılar, verilerin toplanması için kullanılan veri toplama araçları, pilot çalışma, verilerin analizinde kullanılan yöntemler, kullanılan kodlamalar, araştırmacının rolü ve çalışmanın geçerlik ve güvenirliğine ilişkin detaylı bilgilere yer verilmiştir.

3.1. Araştırma Deseni

Araştırmada öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerine ilişkin çözüm yaklaşımlarının, matematik öğretmenleri tarafından değerlendirilerek, öğretmenin ve öğrencilerinin matematiksel modellemedeki yeterliliklerinin ve algılarının ne düzeyde olduğunun genelleme kaygısı olmadan, ortamın doğal akışı içerisinde gerçekçi ve bütüncül bir yaklaşımla, derinlemesine ve ayrıntılı bir şekilde incelenmesi istendiğinden, bu araştırma nitel araştırma yaklaşımlarından "özel durum çalışması" yöntemi ile yürütülmüştür. Bu kapsamda sınıf içi yapılan uygulamalar gözlemlenmiş, öğrenciler ve öğretmenlerle görüşmeler yapılmış, ilgili dokümanlar incelenmiştir.

Nitel araştırma; görüşme, gözlem ve doküman analizi gibi nitel veri toplama yöntemleri kullanılarak, sosyal olguların, algıların ve olayların doğal ortamı içerisinde yani bağlı bulunduğu çevrede gerçekçi ve bütüncül bir biçimde ortaya konularak araştırmayı ve anlamayı ön plana alan bir yaklaşım olarak tanımlanabilir. Bu davranışların ortaya çıktığı çevreye, araştırmacılar tarafından dışarıdan bir müdahale yapılmaz yani doğal ortam manipüle edilmez (Yıldırım ve Şimşek, 2018; Büyüköztürk vd. 2017).

Desen ise araştırmacıyı, araştırmanın başında sorulan ve yanıtı aranacak sorulardan, bu sorulara ilişkin bulunan yanıtlara veya sonuçlara götüren yani araştırma sorularını, verilerini ve sonuçta ulaşılan bulguları birbirine bağlayan bir eylem planını ifade eder (Yıldırım ve Şimşek, 2018).

Bu araştırmanın deseni olarak belirlenen durum çalışması; güncel bir olguyu kendi doğal ortamı içinde çalışan, durum ve içinde bulunduğu içerik arasında sınırların kesin hatlarıyla belirgin olmadığı ve birden fazla kanıt ya da veri kaynağının bulunduğu durumlarda kullanılan, görgül bir araştırma yöntemidir ve öğrenmede zorluk yaşayan bir öğrenci, bir sınıf, bir program veya bir sınıf durum çalışması olarak ele alınabilir (Yin, 2002; Fraenkel ve Wallen, 2006, akt. Öztürk, 2019).

Özel durum çalışmalarının en temel özelliği, bir ya da birkaç durumun derinliğine irdelenmesidir. Yani bir duruma ilişkin etkenler yani ortam, bireyler, olaylar, süreçler vb. gibi değişkenler bütüncül bir bakış açısıyla incelenir ve olayı nasıl etkileyip, bu olaydan nasıl etkilendikleri üzerine yoğunlaşılır. ‘Neden’ ve ‘nasıl’ sorularının esas alındığı durum çalışmalarında, araştırmacının kontrol edemediği ya da araştırmacının olaylar üzerindeki kontrolünün çok az olduğu bir olgu ya da olayın derinlemesine araştırabilmesini sağlayan bir yöntem olduğunu söyleyebiliriz (Yıldırım ve Şimşek, 2018; Yin, 2002). Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel’e (2017) göre; özel durum çalışmasının asıl amacı bir durumu var olduğu şekliyle anlamak ve anladığı o durum ile ilgili ayrıntılı betimlemeler yapmaktır.

Bütün bu tanımlar kapsamında araştırma için seçilen yöntemin, bizlere kütüphane ya da bilgisayar karşısına hapsolarak araştırma yapmak yerine, insanlar arasına karışarak onların matematiksel modelleme ile ilgili algılarını, davranışlarını, durumlarını yerinde derinlemesine incelenmesine imkan sağladığını söyleyebiliriz.

3.2. Katılımcılar

Araştırmadaki katılımcılar, amaçlı örnekleme yöntemleri içinde yer alan aşırı veya aykırı durum örneklemesi tekniği kullanılarak belirlenmiştir. Amaçlı örnekleme bilgi bakımından zengin olduğu düşünülen durumların derinlemesine çalışılmasını sağlamaktadır (Patton, 1987). Aşırı veya aykırı durum örneklemesi ise, derin bir araştırma yapılacak sınırlı sayıda ancak bilgi bakımından zengin durumların çalışılmasını sağlar. Burada önemli olan, aşırı veya aykırı durumların normal durumlara kıyasla daha zengin veri ortaya koyması ve araştırılan problemin çok yönlü ve derinlemesine anlamamızı sağlamasıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2018).

Araştırma, Sivas il sınırları içinde bulunan bir devlet lisesinin 12. sınıfında öğrenim gören, merkezi sınav ile yerleşmiş ve modelleme problemlerinde geçen ilgili konuları daha önceden görmüş 16’sı kız, 10’u erkek olmak üzere toplam 26 öğrenci ve bu öğrencilerin matematik öğretmenleri ile yürütülmüştür. Her bir katılımcı çalışmaya gönüllü olarak katılmıştır. Araştırmada üzerinde çalışılan katılımcılardan öğrenciler $Ö_1$, $Ö_2$,…,$Ö_{26}$, öğretmen ise K şeklinde kodlanmıştır. Nitel araştırma yaklaşımının kullanıldığı eğitim bilimleri çalışmalarında, çalışma genelde küçük bir örneklemle yapılır. Bazen amaçlı bir şekilde seçilmiş örneklem (n=1) bir kişide olabilir (Patton, 1990).

Çalışmada katılımcıların isimleri belirtilmemiş, verilerin analizinde ve katılımcılar ile ilgili durumlardan bahsedilirken verilen bu kodlar kullanılmıştır. Çalışmaya katılan öğrencilerin cinsiyetlerine ilişkin özellikler Tablo 3.1'de özetlenmiştir.

Tablo 3.1. Çalışmaya Katılan Öğrencilerin Cinsiyetlerine Göre Dağılımı

Cinsiyet	Frekans (f)	Yüzde (%)
Kız	16	61,54
Erkek	10	38,46

Çalışmadaki katılımcı öğrenciler, araştırma yaptığımız ortaöğretim kurumuna merkezi atamada yüksek puan alarak yerleşen, dolayısıyla uygulanacak modelleme problemlerini çözebileceği düşünülen ve modelleme problemleri ile ilgili konuları daha önceden görmüş 12. sınıfta öğrenim gören bir şubedeki öğrencilerden oluşturulmuştur.

Araştırmaya öğretmen olarak katılan katılımcı (K) fen lisesinde görev yapmakta olup, 7 yıllık öğretim deneyimine sahiptir. Katılımcı öğretmen daha önceden matematiksel modelleme ile ilgili herhangi bir eğitim almamıştır.

3.3. Verilerin Toplanması

3.3.1.Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama araçlarını her biri açık uçlu olan ve modelleme yaklaşımına uygun gerçek hayat problemlerinden oluşan dört tane soruya (bkz. Ek 3) öğrencilerin verdikleri yazılı cevaplar, bu cevapları değerlendiren matematik öğretmeni ve öğrenciler ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler (bkz. Ek 4- Ek 5), gözlemler ve öğrencilerin cevaplarına yönelik dokümanların incelemeleri oluşturmaktadır.

Araştırmanın geçerlik ve güvenirliğini arttırmak amacıyla gözlem, görüşme ve dokümanların incelenmesi olarak adlandırılan ve aynı zamanda veri üçlemesi de denilen veri toplama araçları kullanılmıştır. Bir araştırmada birden fazla veri toplama yöntemi

kullanılmasına “veri çeşitlemesi” (data triangulation) denir ve bu yaklaşım araştırmada ortaya konan bulguların geçerlik ve güvenirliğini arttırma ile ilgili bize önemli katkılar sağlayabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2018).
Aşağıda bu veri toplama araçlarına ilişkin detaylı bilgiler sunulmuştur.

3.3.1.1. Matematiksel Modelleme Etkinlikleri

Uygulanan matematiksel modelleme etkinlikleri “Lise Matematik Konuları İçin Günlük Hayattan Modelleme Soruları” kitabından alınan “Ayak İzi Problemi”, “Banka Soygunu”, “Benzinin İyisi Hangisi” ve “Dergi Satışları” (Erbaş vd., 2016) olarak isimlendirilmiş ve Tablo 3.2.’ deki gibi sunulmuştur.

Tablo 3.2. Uygulanan Matematiksel Modelleme Etkinlikleri

Etkinlik No	Etkinlik Başlığı	İlgili Konu ve Kavramlar	Gerçek Hayat Bağlamı	Gerekli Malzeme ve Araçlar
1	Ayak İzi Problemi	Oran-Orantı	Kriminoloji, Ayak İzi	Cetvel
2	Banka Soygunu	Mantık	Adliye, Savcı, Soruşturma, Banka Soygunları	Cetvel
3	Benzinin İyisi Hangisi?	Doğrusal Fonksiyonlar, Oran-Orantı	Benzin Kullanımı, Optimizasyon	Hesap Makinesi
4	Dergi Satışları	İkinci Dereceden Denklemler, Fonksiyonlar	Fiyat Politikası, Tiraj, Ekonomi	Hesap Makinesi

Araştırmada öğrencilerinin matematiksel modelleme problemlerine ilişkin çözüm yaklaşımlarını belirlemek amacıyla her birisi açık uçlu olan ve modelleme yaklaşımına uygun gerçek hayat problemlerinden oluşan dört farklı etkinlik uygulanmıştır. Bu etkinlikler ile ilgili bilgiler şu şekildedir: “**Etkinlik No 1:** Ayak izi Problemi, **İlgili Konu ve Kavramı:** Oran-Orantı, **Gerçek Hayat Bağlamı:** Kriminoloji, Ayak İzi, **Gerekli Malzeme ve Araçlar:** Cetvel”, “**Etkinlik No 2:** Banka Soygunu, **İlgili Konu ve Kavramı:** Mantık, **Gerçek Hayat Bağlamı:** Adliye, Savcı, Soruşturma, Banka Soygunları, **Gerekli Malzeme ve Araçlar:** Cetvel”, “**Etkinlik No 3:** Benzinin İyisi Hangisi?, **İlgili Konu ve Kavramı:** Doğrusal Fonksiyonlar, Oran-Orantı, **Gerçek Hayat Bağlamı:** Benzin Kullanımı, Optimizasyon, **Gerekli Malzeme ve Araçlar:** Hesap Makinesi” ve son olarak “**Etkinlik No 4:** Dergi Satışları, **İlgili Konu ve Kavramı:** İkinci Dereceden Denklemler, Fonksiyonlar, **Gerçek Hayat**

Bağlamı: Fiyat Politikası, Tiraj, Ekonomi, **Gerekli Malzeme ve Araçlar:** Hesap Makinesi" dir.

Matematiksel modelleme problemleri öğrencilerin seviyelerine uygun daha önce gördükleri konulara ilişkin ve çözebilecekleri düzeyde olduğu düşünülerek seçilmiştir.

3.3.1.2. Gözlem

Çalışmada öğrencilerin matematiksel modelleme etkinlikleri süresince, sorulara verdikleri tepkiler, davranışlar, öğretmenin bu aşamadaki yaklaşımları detaylı bir şekilde toplam iki ders saati süresince sınıf ortamında gözlemlenmiş, bu gözlemler sürecinde hatırlatma amacıyla notlar alınarak ayrıntılı veri toplanmıştır. Araştırmada katılımcıların yaptıkları ve söyledikleri arasındaki farklılıkları ortaya koymak, benzerlikleri de desteklemek için, bu veri toplama yöntemine başvurulmuştur. Gözlemden elde edilmiş bilgilerden, diğer bilgilerin desteklenmesinde ve/veya tamamlanmasında da faydalanılır (Büyüköztürk vd., 2017). Bu süreçte gözlemlenen durumlar kişisel olarak yorumlanmamış, olaylar olduğu gibi tanımlayıcı bir şekilde aktarılmaya çalışılmıştır. Araştırılan olguyu en ayrıntılı şekilde anlatabilmek için gözlem yapılandırılmamış doğal ortamında gerçekleştirilmiş, durum kendi ortamı içerisinde bütüncül ve derinlemesine açıklanmaya çalışılmış, sözel olmayan davranışlar gözlemlenmiş, olaya müdahil olunmadan veri toplanmıştır. Gözlem sürecinde alınan notlar mümkün olduğu ölçüde açıklayıcı olmasına dikkat edilmiş, bir taraftan hızlı not alınırken diğer taraftan gözlenen ortamda olayların gözden kaçırılmamasına çalışılmıştır. Gözlem sürecinde düşünce ve yorumlar ayrıca not edilmiş, bu alınan notlar tanımlayıcı notlardan ayırt edilerek, araştırma raporunda hangi bulguların tanımlayıcı hangilerinin ise araştırmacının düşünce ve yorumlarından kaynaklandığı açıkça belirtilmiştir. Ayrıca gözlem yapılan süreçte gözlenen ortamın fotoğrafları (bkz. Ek 6) alınmıştır.

Gözlem, bir yöntem olarak herhangi bir ortamda veya kurumda oluşan davranışı ayrıntılı olarak tanımlamak amacıyla kullanılır. Gözlem, nitel araştırmada sayısal veri üretmekten daha çok, araştırmanın konusunu oluşturan olay, olgu ve durumun derinlemesine ve ayrıntılı olarak irdelenerek tanımlamalarının yapılması ile ilgilenmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Bir araştırmada katılımcıların davranışları ve hareketleri yapılan gözlemin temelini oluşturur. Gözlemlenen olay, olgu ve durumlar doğal ve açık bir biçimde izlenerek, kaydedilir, tanımlanır, analiz edilerek, yorumlanır (Büyüköztürk vd. 2017).

Gözlemler sonunda ayrıca, ulaşılan verilere bakış açısı ve derinlik kazandırmak düşüncesiyle katılımcılar ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır.

3.3.1.3. Görüşme

Bir araştırmacı, eğer bir problem ile ilgili derinlemesine ve ayrıntılı bilgiye ulaşmak ve o problemi derinlemesine ve ayrıntılı bir şekilde irdelemek istiyorsa, araştırmacının görüşme yönteminden faydalanması en doğru olanıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Benzer konulara yönelmek için farklı insanlardan aynı tür bilgilerin elde edilmesi amacıyla görüşme formu düzenlenir (Patton, 1987). Görüşme formu, araştırılan probleme yönelik tüm boyutların ve soruların kapsandığının güvence altına alındığının gösterilmesi için geliştirilen bir tekniktir. Ayrıca belirli bir forma dayalı bir görüşme, farklı katılımcılardan daha sistematik ve karşılaştırılabilir bilgiye ulaşmayı sağlar (Yıldırım ve Şimşek, 2018).

Çalışmada, öğrencilerle yapılan matematiksel modelleme etkinlikleri sonunda, öğrencilerin matematiksel modellemeye ilişkin algılarının daha da derinlemesine anlaşılabilmesi için "Öğrenci Görüşme Formu" (bkz. Ek 5), öğretmenin, öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerine verdikleri cevapları değerlendirebilmesi ve matematiksel modellemeye yönelik algılarının belirlenebilmesi için ise "Öğretmen Görüşme Formu" (bkz. Ek 4) düzenlenmiştir.

3.3.1.4. Doküman İncelemesi

Araştırmada görüşme veya gözlemler yoluyla elde edilen verileri desteklemek ve bulunan sonuçlara alternatif açıklamalar getirerek araştırmanın geçerliğini arttırmak amacıyla görüşme ve gözlem yöntemlerinin yanı sıra doküman incelemesi yöntemi kullanılmıştır. Bu kapsamda öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerine verdikleri yazılı cevapları incelenmiştir. Doküman incelemesi, araştırılması düşünülen olgu veya olgular ile ilgili bilgi içeren yazılı kaynakların analizini içerir. Yapılan araştırmanın geçerliğini arttırmak amacı ile görüşme ve gözlem yöntemleri birlikte kullanılıp, çalışılan araştırma problemleri ile ilgili yazılı ve görsel materyaller de araştırma kapsamına katılabilir. Dokümanların incelemesi yani analiz edilmesi görüşme ve gözlem yöntemlerinin kullanıldığı durumlarda bizlere ek bilgi kaynağı olarak da fayda sağlayabilir. Elde edilen dokümanlar eğer ki, görüşme ve gözlem gibi diğer veri toplama yöntemleriyle birlikte kullanılıyorsa, araştırmacı bu yöntemlerle edindiği verileri, dokümanların incelenmesi sonucu elde ettiği verilerle karşılaştırma imkanı bulacaktır. Yapılacak bu karşılaştırma, araştırmanın çok daha geçerli ve güvenilir hale gelmesi ve getirilmesi açısından büyük önem arz etmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Bu sayede doküman incelemesi sonucunda elde edilen verilerin, görüşme ve gözlemlerden elde edilen verilerle karşılaştırma imkanı sağlanmıştır. Araştırmacı görüşme veya gözlemler yoluyla elde edeceği verileri desteklemek, çürütmek veya bulduğu sonuçlara alternatif açıklamalar getirmek amacıyla dokümanların analizinden elde edeceği verileri destekleyici, yanlışlayıcı veya alternatif açıklamalara imkan sağlayacak şekilde araştırma raporunda yer verebilir (Yıldırım ve Şimşek, 2018).

3.4. Pilot Çalışma

Pilot çalışma 2018-2019 bahar döneminde Sivas il sınırları içerisinde bulunan bir devlet lisesinde okuyan öğrenciler ve amaçlı örnekleme yöntemlerinden aşırı ve aykırı durum örneklemesi yoluyla seçilen 10'u kız, 10'u erkek olmak üzere toplam 20 öğrenci ve onların matematik öğretmeni ile gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların tamamı çalışmaya gönüllü olarak katılmıştır. Öğrenciler ders sonunda bir sınıfta toplanarak modelleme problemleri uygulanmıştır.

Uygulanan pilot çalışmanın asıl amacı esas uygulamada kullanılacak olan modelleme etkinliklerini kontrol ederek son şeklinin verilmesi ve asıl uygulamada karşılaşılabilecek her türlü durum karşısında tecrübe kazanmaktır. Pilot çalışma çerçevesinde öğrencilerin seviyelerine uygun ve çözebilecekleri düşünülen "Lise Matematik Konuları İçin Günlük Hayattan Modelleme Soruları" kitabından alınan "Ayak İzi Problemi", "Banka Soygunu", "Benzinin İyisi Hangisi", "Dergi Satışları" ve "Hangi Konutu Almalı" (bkz. Ek 2) olarak isimlendirilmiş her birisi açık uçlu olan ve modelleme yaklaşımına uygun gerçek hayat problemlerinden oluşan 5 tane problem yöneltilmiş, cevapları yazılı olarak vermeleri istenmiş, herhangi bir süre sınırlaması konulmamıştır. Bu sayede modelleme sorularının çözümü için öğrencilere verilmesi gereken esas süre hakkında da fikir sahibi olunmuştur. Modelleme sorularını öğrenciler bireysel çözmeye çalışmışlardır ve sürece hiçbir şekilde müdahalede bulunulmamıştır.

Matematiksel modelleme problemlerinden alınan cevaplar sayesinde hem ana çalışmada karşılaşılacak muhtemel çözüm yaklaşımları görülmeye, hemde sorunun çözümleri için gerek duyulan süre hakkında fikir sahibi olunmaya çalışılmıştır. Ayrıca pilot çalışmada uygulanan modelleme sorularının çözümü için öğrencilere herhangi bir materyal verilmemiş, öğrencilerin yanlarında, gerekli materyaller bulunmadığından dolayı (örn; "Ayak İzi Problemi" için cetvel, "Dergi Satışları", "Benzinin İyisi Hangisi" ve "Hangi Konutu Almalı" soruları için hesap makinesi vb.) çözüm aşamalarında zorlandıkları ve zaman kaybettikleri görülmüştür. Pilot çalışma ile 5 tane modelleme sorusu uygulanmış ancak öğrencilerin büyük çoğunluğunun 4. sorudan sonra sıkıldıkları gözlemlenmiştir. Pilot çalışma sayesinde ana çalışmada karşılaşılacak eksiklikler giderilmeye çalışılmıştır. Bu kapsamda uygulanan pilot çalışma neticesinde görüşme formları yeni baştan düzenlenmiş, süre ve ihtiyaç duyulacak materyaller hakkında fikir sahibi olunulmuş, gözlem yaparken dikkat edilecek hususlar gözden geçirilmiş ve esas uygulama aşamasında yapılacaklara son şekli verilmiştir.

3.5. Verilerin Analizi

Araştırmada ortaöğretim öğrencilerinin matematiksel modelleme problemlerine ilişkin çözüm yaklaşımlarının, matematik öğretmenleri tarafından değerlendirilerek, öğretmenin ve öğrencilerinin matematiksel modellemedeki yeterliliklerinin ve algılarının ne düzeyde olduğunun araştırılması amaçlanmıştır. Uygulanan matematiksel modelleme problemleri, gözlemler, öğretmen ve öğrencilerle yapılan görüşmeler ve ilgili dökümanlar derinlemesine irdelenmiş ve elde edilen veriler süreç sonunda betimsel analiz ve içerik analizi ile analiz edilmiştir. Betimsel analiz ile toplanan veriler daha önceden belirgin olan temalara göre özetlenerek yorumlanır, katılımcıların görüşlerini etkili bir biçimde yansıtmak için doğrudan alıntılardan sık sık faydalanılır. İçerik analizi ise elde edilen verilerin ayrıntılı bir şekilde analiz edilerek daha önceden belirgin olmayan kodların ve kategorilerin yani temaların ve boyutların ortaya çıkarılmasına olanak tanır (Yıldırım ve Şimşek, 2018).

Öğretmen ve öğrencilerle yapılan görüşmeden elde edilen veriler kodlanarak, kodlar, kategoriler ve frekanslar belirlenmiştir. Verilerde direkt olarak görülmeyen, fakat kavramsal kodlama ve sınıflama ile kategorilerin ve bu kategoriler arasında anlamlı ilişkilerin ortaya çıkarılması, analiz sürecinin temel kuralıdır ve "Neden" ve "nasıl" sorularına cevap aranır (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Daha sonra elde edilen veriler tekrar tekrar okunarak öğretmen ve öğrenci görüşleri bütüncül bir şekilde incelenmeye çalışılmıştır. Kodlar, veriler arasında yer alan anlamlı gelen bir sözcük ya da bir cümleyi ifade ederken, frekanslar bize her bir görüşe kaç kişinin sahip olduğunu göstermektedir. Öğretmenin matematiksel modelleme problemlerinin çözümlerinin sınıf içerisinde değerlendirilmesindeki ifadelerini ortaya çıkarmak için sınıfta gözlemler yapılmış, katılımcıların neler söyledikleri gibi durumların yani kısaca sınıfta nelerin olup bittiği yapılan gözlemlerden elde edilmiştir.

Modelleme problemleri öğretmen tarafından değerlendirilerek, görüşme formunda sorulan sorular ile öğrencilerin matematiksel modelleme basamaklarından hangisinde kaldıkları betimsel analiz ile analiz edilmeye çalışılmıştır.

Elde edilen kod ve temalar 3 tane alanında uzman matematikçi tarafından da incelenmiş ve araştırma sürecinde elde ettiğimiz kodlar ile karşılaştırılmış, elde edilen kod-tema listesinde bazı kodlar değiştirilmiş, çıkartılmış ya da eklenmiştir. Etkinlikler sonunda katılımcı öğretmen tarafından değerlendirilen, öğrencilerin ulaştıkları modelleme basamakları uzman bir öğretmen tarafından analiz edilerek teyit edilmiştir. Gözlem sonunda ulaşılan verilerin güvenilir olup olmadığının analizi için, sınıf içi gözlem sürecinde tutulmuş olan notlar tekrar tekrar okunmuş, kişisel yargılara asla yer verilmemiş ve daha sonra elde edilen verilerle karşılaştırılmıştır, uygulama aşamasında gözlem yapılırken çekilmiş olan fotoğraflarda, bir eğitimci tarafından incelenmiş, elde edilen veriler ile karşılaştırılmış ve veriler üzerinde görüş birliğine varılmıştır.

3.6.Araştırmacının Rolü

Ana çalışma 2018-2019 eğitim öğretim döneminde Sivas ilinde bulunan bir devlet okulu ve bu okuldaki öğrenciler ve onların matematik öğretmeni ile yürütülmüştür. Sivas ilinde yapılacak bu uygulama için İl Milli Eğitim Müdürlüğünden gerekli izinler (bkz. Ek 7) alınmıştır. Çalışmanın ilk gününün, önemli olduğu bilinciyle uygulama yapılacak okula gidilmiş, çalışmanın yapılacağı sınıf beni içerisine alacak mı, doğal ortamı bozar mıyım, öğretmenler, öğrenciler ve müdür için ne anlam ifade ediyorum gibi bir sürü soruya cevap verilmesi gerektiğinden endişeler yaşanmış, okul yöneticileri, öğretmenler, öğrenciler ve idari personel ile tanışıldığında bu endişelerin yersiz olduğu görülmüştür. Karşı tarafta bu veriler nerede kullanılacak, nerede yayınlanacak gibi sorularla endişelerini belirtmiş, yapılacak çalışmanın bütün ayrıntıları şeffaf bir şekilde kendilerine anlatıldığında ve katılımcıların çalışmayı istedikleri zaman terk etme haklarının olduğu belirtildiğinde, o ilk andaki endişelerinin giderildiği, bu detaylı açıklamalar sayesinde de güvenlerinin sağlanıldığı gözlemlenmiştir.

Daha sonra öğretmenler odasına geçilmiş, süreci yürütecek katılımcı matematik öğretmeniyle yapılacak çalışma hakkında ve sürece ne kadar gireceğim konusunda en baştan konuşulmuş, sürece hiç bir suretle müdahil olmayacağım üzerinde mutabık kalınmıştır. Çalışmaya katılımcıların tamamı gönüllü katılmış, çalışmalara başlamadan önce katılımcılara çalışmayı istedikleri zaman yarıda bırakmakta özgür oldukları yinelenmiş ve öğretmen ile gönüllülük formu (bkz. Ek 8) imzalanmıştır. Daha sonra sınıfta uygulanacak modelleme problemleri ile uygulama yapılacak sınıf seviyesi 12 olarak belirlenmiştir. Sınıf düzeyi belirlendikten sonra üç şubesi bulunan bu düzeydeki sınıflarda matematik dersleri dahil birçok farklı derslere de girilerek sınıfları tanımak ve öğrenme ortamında benimsenilmek için çaba harcanılmıştır. Veri toplanmadan önce ortam incelenmiş, dışarıdan geldiğimiz için doğal ortam bozulacağından hemen veri toplanmaya başlanmamıştır. Bu aşamada ilk iş bizim ortama girmemizle bozulan doğal akışı yeniden yakalamak olmuştur. Diğer bir adımda doğal ortamın çözümlenmesi ve katılımcıların tanınması için büyük bir çaba sarf edilmiştir. Doğal ortamında katılımcıların jest ve mimiklerine de dikkat edilmiş, uygulama esnasında sıkılıp sıkılmadıkları anlaşılmaya da çalışılmıştır.

Bu sayede sınıftaki varlığımızı en hızlı şekilde kabul eden ve derslerde soru sorup, sorgulayan, zengin veri olduğu gözlenen bir şubede uygulama yapılmasına karar verilmiştir. Yapılan tüm görüşme ve gözlemlerde mümkün olduğunca katılımcıların kendilerini rahat hissedebilmesi için tüm bu süreç boyunca katılımcılar ile daha çok vakit geçirilmiş, dostane ilişkiler geliştirilmiş, güven ortamı sağlanmaya çalışılmış ve öğrenme ortamındaki katılımcılar tarafından sınıfın bir üyesi olarak kabul edinildiği katılımcı öğretmen tarafında teyit edildiği 3. haftanın başından itibaren veriler toplanmaya başlanmıştır. Bu yapılanlar ile doğal ortamda ortaya çıkan durumları anlamlandırabilmemiz daha da kolaylaşmıştır. Diğer bir ifadeyle; katılımcılar için artık bir anlam ifade ettiğim anlaşıldığında yani artık doğal akışa entegre olup, doğal ortama kabul edildiğimde çalışmamız için gerekli veriler toplanmaya başlanmıştır. Yani ortam çözümlendi, ortamda artık bize alıştıktan sonra veri toplanmaya başlanmıştır. Bu süreçte elde edilen veriler kişisel yargılardan uzak olduğu gibi aktarılmış, doğal akışa ve doğal ortama hiçbir suretle müdahale edilmemiştir. Öğrencilere “Ayak izi Problemi” ve “Banka Soygunu” problemini çözmeleri için bir ders saati, “Benzinin İyisi Hangisi?” ve “Dergi Satışları” problemini çözmeleri için bir ders saati olmak üzere toplamda iki ders saati süre verilmiş, katılımcıların bu ders saatleri arasında ihtiyaçlarını karşılayabilmeleri için teneffüs süresi kullandırılmıştır. Öğretmen bu problemlerin çözümü sürecinde soruların açık uçlu olduğunu, tek bir çözüm yolunun olmadığını bu nedenle farklı çözüm yaklaşımlarının kullanılabileceğini belirtmiş ve öğrencilerden hayal güçlerini sonuna kadar kullanmalarını ve tüm düşüncelerini detaylı bir şekilde yazmalarını istemiştir. Problemlerin çözümü esnasında öğrencilerin kullanmaları gerekecek hesap makinesi ve cetvel gibi araçları katılımcı öğretmen uygulama esnasında yanında bulundurmuştur.

Uygulama sürecinde öğretmenin, sınıfta matematiksel modelleme yöntemini uygulayabilme yeterlikleri ve öğrencilerin tepkileri ile davranışları gözlemlenmiştir. Gözlemler yapılırken en arka sıraya oturularak notlar alınmıştır. Matematiksel modelleme etkinlikleri sonunda öğrenciler ile uygulanan sorular hakkında, öğretmenle ise matematiksel modelleme problemleri, öğrencilerin kullandıkları çözüm yaklaşımları ve uygulama süreci ile ilgili yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır.

Sınıftaki gözlem için daha önceden bir hazırlık yapılmamış katılımcı gözlemci olarak yanımızda telli bir not defteri ve kalem bulundurulmuştur. Defterde, not aldığımız kısımlara geri dönmemizi kolaylaştırması için defterin sağ ve sol kısımlarından 3 cm. boşluk bırakılarak, olaylar, olgular ve durumlar bu boş alanların ortasına yazılmıştır. Daha sonra dönüldüğünde olumlu görülen durumlar sola yeşil, olumsuz durumlar ise sağa kırmızı kalemle yazılmıştır. Paydaş önyargısına neden olmaması, söylenilenlerden etkilenilmemesi ve bu suretle geçerliliğin azalmaması için gözlem kayıtları hiçbir suretle paydaşlara onaylattırılmamıştır. Gözlem sonunda, günü tekrar yaşamak için sessiz bir yere geçilip gün zihinde yeniden canlandırılmıştır. Sonradan hatırlananlar defterin boş bıraktığımız yerlerine gidilerek yazılmıştır. Bunlar yapılırken kendi önyargılarımızı barındırmaması için büyük çaba gösterilmiştir.

Ayrıca uygulama aşamasındaki gözlem sürecinde dikkati tüm sınıfa yayarak dikkati eşit miktarda dağıtmak için özen gösterilmiş, yukarıda bahsedildiği gibi gözlemden sonra süre kaybetmeksizin alınan notlar üzerinde sessiz bir yere gidilerek gözlemin muhakemesi yapılmış, gözden kaçan bir durum olup olmadığı değerlendirilmiş bunlar yapılırken kişisel görüşlerden etkilenmemeye özen gösterilmiştir. Bu sayede doğruluk ve tamlığın sağlanması amaçlanmıştır. Çalışmanın yapıldığı ilk günden son güne kadar yani 30 günlük süre boyunca katılımcılara eşit mesafede yaklaşmaya dikkat edilmiş, bunun sağladığı avantajla belli katılımcılar üzerine değil genel resmin görülmesi sağlanmıştır.

3.7.Araştırmanın Geçerliliği ve Güvenirliği

- Gözlem yapılan ortamda kalma süresi uzatılarak gözlem yapılan ortamdaki bireyler üzerinde başlangıçta olan başlangıç etkisi azaltılmış, gözlem sayısı ve süresi uzatılarak gözlenilen sürecin bu şekilde kendi doğal ortamına geri dönmesi sağlanılmıştır.
- Geçerlik ve güvenirliğini arttırmak amacıyla gözlem, görüşme ve dokümanların incelenmesi olarak adlandırılan ve aynı zamanda veri üçlemesi de denilen veri toplama araçları kullanılmıştır.
- Araştırma yaklaşımının geçerliliğini değerlendirmek, bir başka bakış açısıyla geri bildirimde bulunmak ve araştırma deseni, veri toplama ve analiz, sonuçlara ulaşma ve yorum aşamalarının geçerli ve tutarlı olmasına katkıda bulunması için araştırma konusu hakkında genel bilgiye sahip ve nitel araştırma yöntemleri konusunda uzmanlaşmış kişilerden çalışmayı çeşitli boyutlarıyla incelemeleri istenmiştir.
- Araştırma neticesinde verilerin analizi ile ulaşılan sonuçlar ve yapılan yorumlar katılımcı öğretmene teyit ettirilmiş bu sayede çalışmanın geçerliği ve güvenirliği arttırılmaya çalışılmıştır. Ancak paydaş önyargısına neden olmaması, söylenilenlerden etkilenilmemesi ve bu suretle geçerliliğin azalmaması için gözlem kayıtları hiçbir suretle paydaşlara onaylattırılmamıştır.
- Elde edilen veriler ayrıntılı bir şekilde rapor edilmiş, sonuçlara nasıl ulaşıldığı açıklanmış, sosyal ortamlar ve süreç tanımlanmış, veri toplama araçları ve analiz yöntemleri ile ilgili detaylı açıklama yapılmıştır.
- Pilot çalışma yapılarak ana uygulamada karşılaşılabilecek sorunlar önceden gözlemlenmiş, esas uygulama için deneyim kazanılmıştır.
- Araştırmanın çerçevesinin doğru bir şekilde kurgulanabilmesi ve yöntemin doğru bir şekilde belirlenebilmesi için özel bir üniversite tarafından düzenlenen ve bir hafta süren "Kuramdan Uygulamaya Nitel Araştırma Kursu"na katılınmış, nitel araştırma üzerine ulusal ve uluslararası birçok yayını olan nitel araştırma alanında uzman akademisyenlerden çalışma hakkında detaylı görüş alınmış, ayrıca düzenlenen tez akış şeması uzmanlara inceletilerek (bkz. Ek 1) yöntemin geçerliliği test edilmeye çalışılmıştır.

- Kodlar ve kategoriler uygulamalı matematik alanında doktorasının yapmış bir öğretim elemanı ve yüksek lisansını ve doktorasını yurtdışında yapmış ve modelleme üzerine çalışmaları olan alanında uzman bir öğretim elemanı ve 8 yıllık matematik öğretmenliği deneyimine sahip bir matematik öğretmeni tarafından ayrı ayrı incelenmiş, daha sonra bir araya gelinerek saptanan ortak kategoriler arasında ortaya çıkan anlaşmazlıklar giderilmiş ve bu şekilde oluşturulan kodlama ve kategoriler üzerinde tam bir uyum sağlanmıştır.
- Öğrencilerin ulaştıkları matematiksel modelleme süreci basamakları, 8 yıllık öğretim deneyimine sahip ve matematiksel modelleme ile ilgili eğitim almış bir matematik öğretmeni tarafından incelenerek teyit edilmiştir.

BÖLÜM IV

BULGULAR

Bu bölüm, araştırmada toplanan verilerin analizinden, analiz sonucunda elde edilen bulgulardan ve bu bulgulara dayanan yorumlardan oluşmaktadır. Ortaöğretim öğrencilerinin matematiksel modelleme problemlerine verdikleri cevaplar ile sergiledikleri modelleme becerilerinin, öğrencilerin matematik öğretmenleri tarafından değerlendirilmesiyle (öğretmen görüşme formu ile) elde edilen bulgulara, yine öğretmenle yapılan görüşmeler ile öğretmenin matematiksel modellemeye yönelik bakış açısına, bilgi düzeyine ve matematiksel modelleme etkinliklerini sınıf içinde uygulayabilme yeterliğine yönelik elde edilen bulgulara ve öğrencilerle yapılan görüşmelerle de ortaöğretim öğrencilerinin matematiksel modellemeye yönelik bakış açılarına ve bununla birlikte bilgi düzeylerinin anlaşılmasına dair bulgulara yer verilmiştir. Ayrıca sınıf içi gözlemler ve ilgili dokümanların incelenmesi ile elde edilen bulgular desteklenmiş, bu bulgular üç ana başlık altında toplanarak betimlenmiştir.

4.1. Öğretmenin, Öğrencilerin Çözümlerine Yönelik Görüşlerinin Belirlenmesine İlişkin Elde Edilen Bulgular

Araştırmanın bu kısmı, öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerine verdikleri cevaplar ile sergiledikleri modelleme becerilerinin, katılımcı matematik öğretmeni K tarafından değerlendirilmesi ile elde edilen verilerin doğrudan alıntılar yapılarak sunulması ve araştırmacı tarafından analizinden oluşmaktadır. Veriler öğretmen görüşme formu aracılığıyla toplanmış, elde edilen bu veriler nitel analiz yöntemlerinden içerik analizine tabi tutulmuş içerik analizinde kod, kategori ve bu kodlara dayanan frekans ve yüzdeler şeklinde gösterilmiştir. Öğrencilerin vermiş oldukları cevaplar, öğretmen tarafından değerlendiriliş şekline ve çözüm yaklaşımlarındaki benzerliklerine göre, tematik olarak sınıflandırılarak tablolar haline getirilmiş, sunulmuş ve betimlenmiştir. Ayrıca çözüm yaklaşımlarına yönelik her bir temaya ait öğrencilerin verdikleri cevaplardan birer örnek çözüm yaklaşımı da doğrudan alıntılar yapılarak sunulmuştur.

4.1.1. Ayak İzi Probleminde Kullanılan Çözüm Yaklaşımlarına Yönelik Öğretmen Tarafından Yapılan Değerlendirmeler

Öğrencilerin "Ayak İzi Problemine" verdikleri cevaplar ile sergiledikleri modelleme becerilerinin katılımcı öğretmen (K) ile yapılan görüşmelerle değerlendirilmesi sonucu elde edilen bulgular alıntılar yapılarak aşağıda detaylı bir şekilde gösterilerek betimlenmiştir. Ayrıca elde edilen veriler içerik analizine tabi tutularak kategori, kod, frekans ve yüzdeler ile ifade edilmiş ve Tablo 4.1'deki gibi sunulmuştur. Tabloda geçen frekanslar (f) aynı çözüm yaklaşımını kaç öğrencinin kullandığını göstermektedir.

Tablo 4.1. Öğretmenin, Öğrencilerin Ayak İzi Probleminde Kullandıkları Çözüm Yaklaşımlarına İlişkin Görüşlerine Ait Kategori, Kod, Frekans ve Yüzde Tablosu

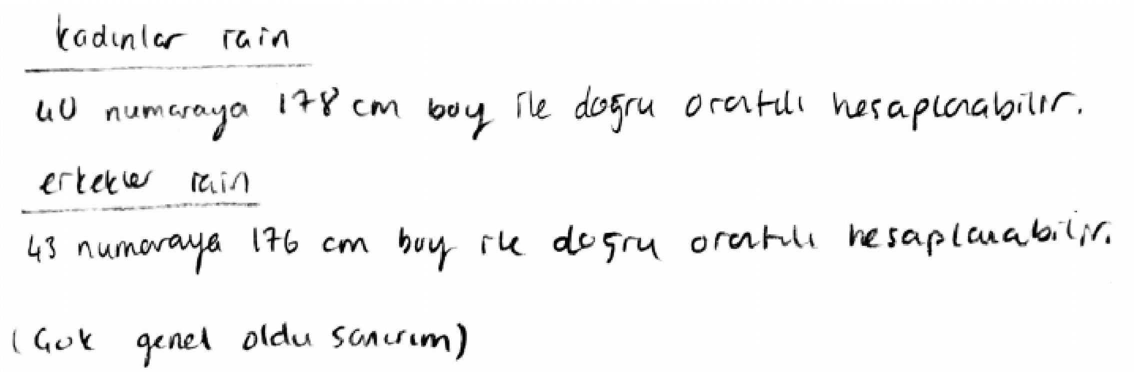
Kod No	Kategori	Kod	Kodları Kullanan Öğrenciler	f	%(*)
1	Öğrencilerin Çözüm Yaklaşımları	Oran-Orantı	$Ö_{15}$, $Ö_{18}$	2	%7,69
2		Doğrusal Fonksiyon	$Ö_{1}$	1	%3,85
3		Vücut Oranı	$Ö_{4}$, $Ö_{6}$, $Ö_{8}$, $Ö_{11}$, $Ö_{12}$, $Ö_{13}$, $Ö_{15}$,$Ö_{17}$, $Ö_{18}$,$Ö_{21}$, $Ö_{22}$, $Ö_{23}$, $Ö_{26}$	13	%50
4		Formül Geliştirme	$Ö_{1}$, $Ö_{8}$, $Ö_{10}$, $Ö_{17}$, $Ö_{20}$, $Ö_{22}$, $Ö_{24}$	7	%26,92
5		Tahmin Yürütme	$Ö_{1}$, $Ö_{2}$, $Ö_{3}$, $Ö_{4}$, $Ö_{6}$, $Ö_{8}$,$Ö_{9}$,$Ö_{10}$, $Ö_{11}$, $Ö_{12}$, $Ö_{15}$, $Ö_{17}$, $Ö_{18}$, $Ö_{20}$, $Ö_{21}$, $Ö_{22}$, $Ö_{23}$, $Ö_{24}$, $Ö_{26}$	19	%73,08
6		Öneri Sunma	$Ö_{2}$, $Ö_{3}$, $Ö_{5}$, $Ö_{7}$, $Ö_{14}$, $Ö_{15}$, $Ö_{16}$, $Ö_{19}$, $Ö_{24}$, $Ö_{26}$	10	%38,46
7		Vücut Kütle Oranı	$Ö_{19}$, $Ö_{20}$	2	%7,69
8		Şekilsel	$Ö_{1}$, $Ö_{9}$	2	%7,69
9		Eşitsizlik	$Ö_{8}$	1	%3,85

: Bazı çözüm yaklaşımları birden fazla kod altında yerleştirildiği için yüzde değerleri toplamı %100'ü aşabilir.

Öğrenciler matematiksel modelleme etkinlikleri sürecinde problemlerin çözümünde birçok farklı çözüm yaklaşımı kullanmışlardır. K'nın yaptığı değerlendirme neticesinde en çok kullanılan çözüm yaklaşımları tahmin yürütme, vücut oranı ve öneri sunma şeklinde sıralanmaktadır. Matematiksel modelleme problemlerin çözümünde oran-orantı, fonksiyon, eşitsizlik, denklem ve formül gibi cebirsel gösterimler ile tablo ve şekillerin çok nadir kullanıldığı görülmektedir.

Ayak izi probleminde öğrencilerin kullandıkları çözüm yaklaşımlarını gösteren kodlara ilişkin birer örnek kesit ve öğretmen görüşleri aşağıda sunulmuştur.

Kod No 1: Oran-Orantı


kadınlar için

40 numaraya 178 cm boy ile doğru orantılı hesaplanabilir.

erkekler için

43 numaraya 176 cm boy ile doğru orantılı hesaplanabilir.

(Çok genel oldu sanırım)

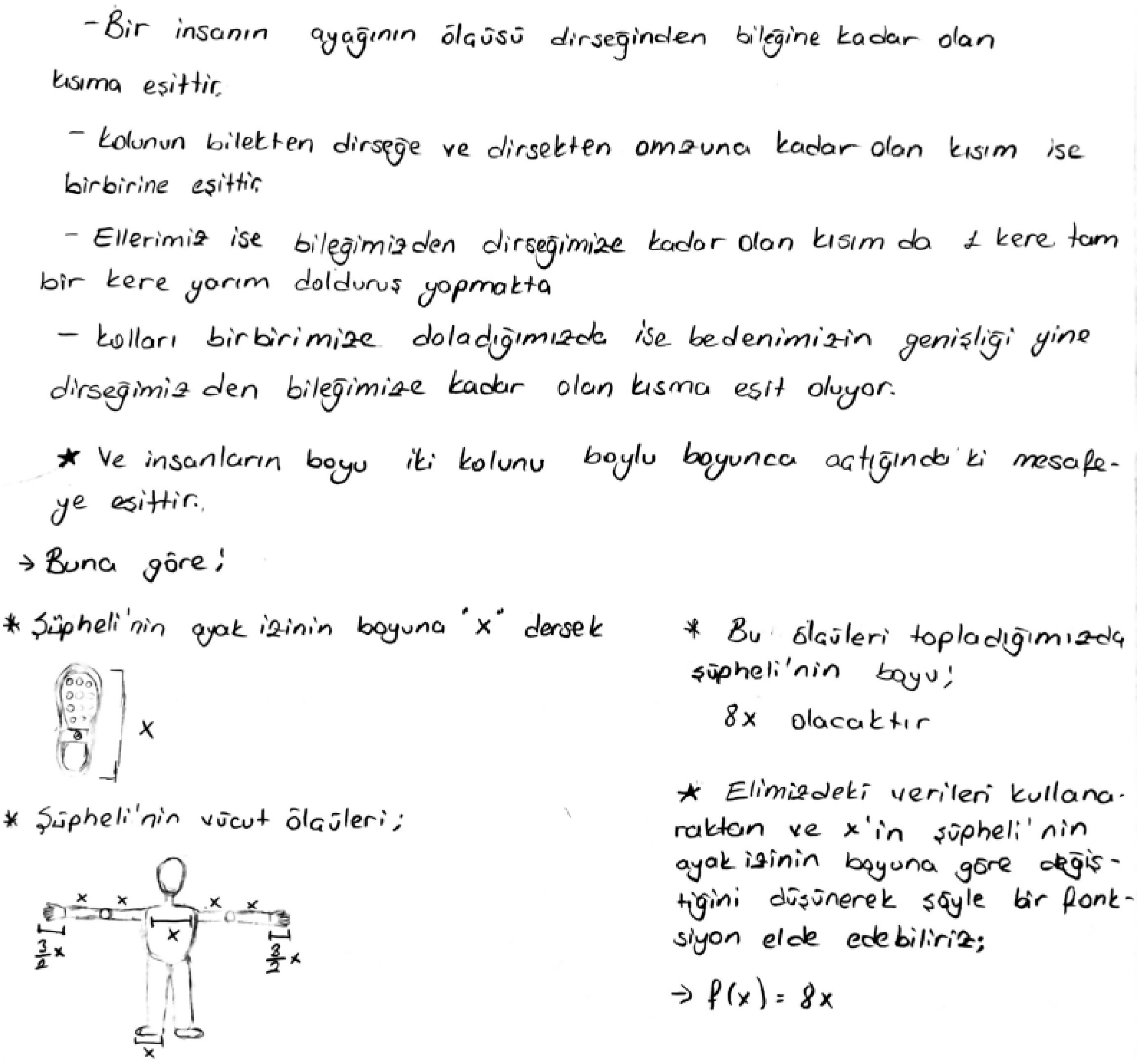
Şekil 4.1. Ö$_{15}$'in Ayak İzi Probleminde Kullandığı Çözüm Yaklaşımından Bir Kesit

Ö$_{15}$ (Kız)'in çözüm yaklaşımının K tarafından değerlendirilmesi ile elde edilen bulgular:

K tarafından öğrencinin cevabı şu şekilde yorumlanmıştır: *"Öğrencimizin de dediği gibi çok genel bir cevap verdiğini belirtmiş ama soruyu kısmen anladığını dolayısıyla da cevabının kısmen doğru olduğunu düşünüyorum. Öğrenci cevabında oran-orantı ve vücut oranını kullanacağını anlamış, tahmin yürüterek, öneri sunmaya çalışmıştır."*

Öğrencilerden Ö$_{15}$ şekildeki gibi çözüme gitmiştir. Burada öğrenci, kızlar ve erkekler için iki farklı şekilde, doğru orantı ile çözüme ulaşılabileceğini belirtmiştir.

Kod No 2: Doğrusal Fonksiyon



-Bir insanın ayağının ölçüsü dirseğinden bileğine kadar olan kısıma eşittir.

- Kolunun bilekten dirseğe ve dirsekten omzuna kadar olan kısım ise birbirine eşittir.

- Ellerimiz ise bileğimizden dirseğimize kadar olan kısım da 1 kere tam bir kere yarım dolduruş yapmakta

- kolları birbirimize doladığımızda ise bedenimizin genişliği yine dirseğimizden bileğimize kadar olan kısma eşit oluyor.

★ Ve insanların boyu iki kolunu boylu boyunca açtığındaki mesafeye eşittir.

→ Buna göre;

* Şüpheli'nin ayak izinin boyuna "x" dersek

x

* Şüpheli'nin vücut ölçüleri;

x x x x x $\frac{3}{2}x$ $\frac{3}{2}x$ x

* Bu ölçüleri topladığımızda şüpheli'nin boyu;

8x olacaktır

★ Elimizdeki verileri kullanaraktan ve x'in şüpheli'nin ayak izinin boyuna göre değiştiğini düşünerek şöyle bir fonksiyon elde edebiliriz;

→ $f(x) = 8x$

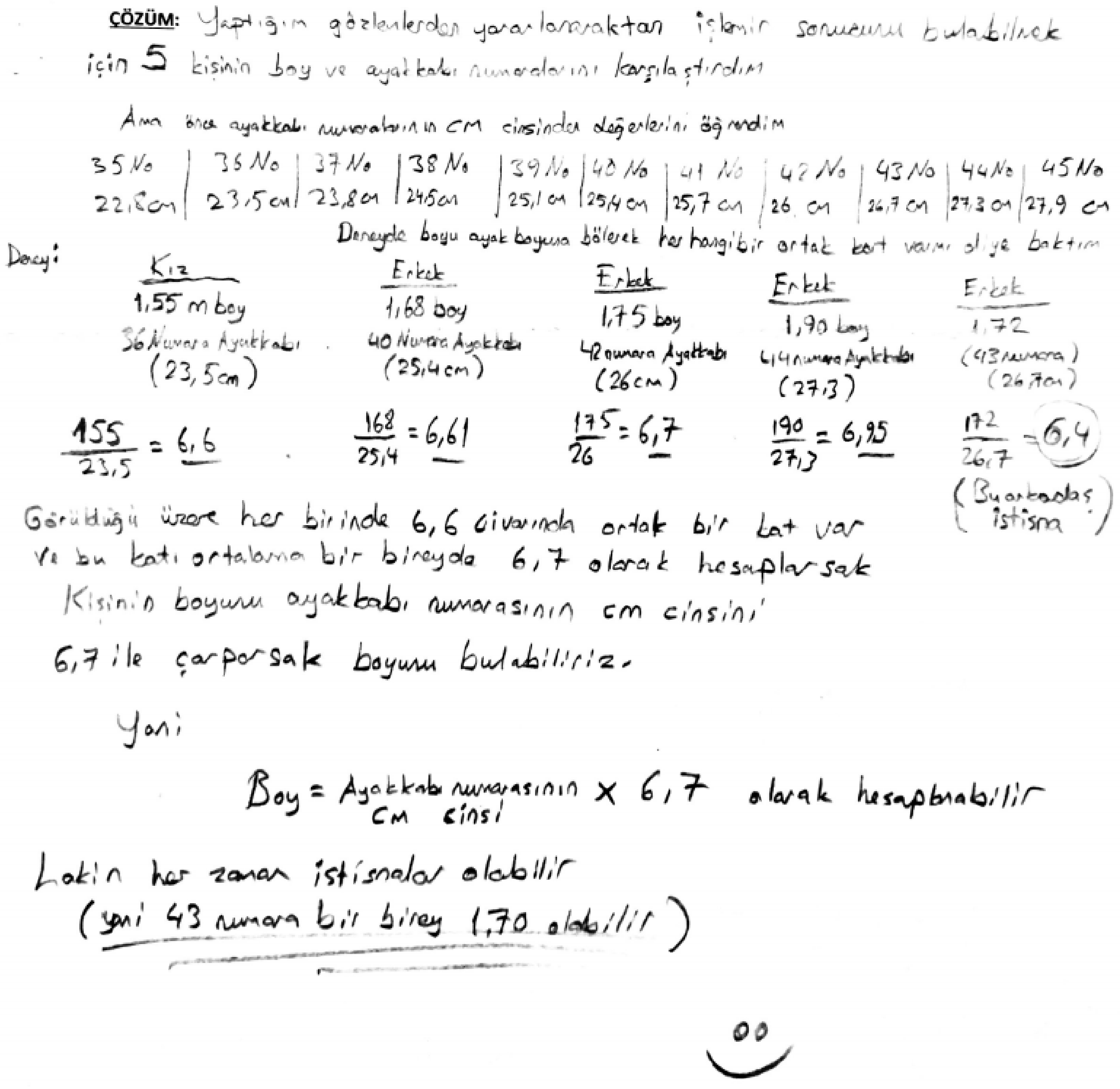
Şekil 4.2. Ö$_1$'in Ayak İzi Probleminde Kullandığı Çözüm Yaklaşımından Bir Kesit

Ö$_1$ (Kız)'in çözüm yaklaşımının K tarafından değerlendirilmesi ile elde edilen bulgular:

K tarafından öğrencinin cevabı şu şekilde yorumlanmıştır: "*Öğrencimizin (Ö$_1$) soru için verdiği cevap doğru olup, gayet güzel bir yaklaşımda bulunarak soruyu anladığını göstermiştir. Soruda verilen veriyi kullanarak vücut oranları üzerinden değişkenleri belirlemiş ve yaklaşık bir değer bulmuştur. Sorunun amacına uygun bir modelleme yaparak bir fonksiyon ortaya çıkarmıştır. Öğrenci sorunun çözümünde vücut oranı, formül geliştirme, tahmin yürütme, şekle dökme gibi stratejilerden faydalanmıştır.*"

12. sınıf öğrencisi $Ö_1$ vücut oranından yararlanarak bir fonksiyon elde ederek çözüme ulaşmıştır. Öğrenci çözüm yaklaşımını "bir insanın ayağının ölçüsü dirseğinden bileğine kadar olan kısma eşittir. Kolunun bilekten dirseğe ve dirsekten omzuna kadar olan kısım ise birbirine eşittir. Ellerimiz ise bileğimizden dirseğimize kadar olan kısımda 1 kere tam bir kere yarım dolduruş yapmakta, kolları birbirimize doladığımızda ise bedenimizin genişliği yine dirseğimizden bileğimize kadar olan kısma eşit oluyor. Ve insanın boyu iki kolunu boylu boyunca açtığında ki mesafeye eşittir" şeklinde ifade etmiştir. Öğrenci bu ölçüler için değişkenleri seçip, vücut oranları arasında bir bağıntı kullanalarak kulaca ulaşılabileceğini, bununda boy uzunluğunu verebileceğini belirtmiştir. Ve f(x)=8x şeklinde bir fonksiyon elde etmiştir.

Kod No 3: Vücut Oranı



ÇÖZÜM: Yaptığım gözlemlerden yararlanarak işlemin sonucunu bulabilmek için 5 kişinin boy ve ayakkabı numaralarını karşılaştırdım

Ama önce ayakkabı numaralarının cm cinsinden değerlerini öğrendim

35 No	36 No	37 No	38 No	39 No	40 No	41 No	42 No	43 No	44 No	45 No
22,8cm	23,5 cm	23,8 cm	24,5 cm	25,1 cm	25,4 cm	25,7 cm	26 cm	26,7 cm	27,3 cm	27,9 cm

Deneyde boyu ayak boyuna bölerek herhangibir ortak kat var mı diye baktım

Deney:

Kız	Erkek	Erkek	Erkek	Erkek
1,55 m boy	1,68 boy	1,75 boy	1,90 boy	1,72
36 Numara Ayakkabı	40 Numara Ayakkabı	42 numara Ayakkabı	44 numara Ayakkabı	(43 numara)
(23,5cm)	(25,4cm)	(26cm)	(27,3)	(26,7cm)
$\frac{155}{23,5} = 6,6$	$\frac{168}{25,4} = 6,61$	$\frac{175}{26} = 6,7$	$\frac{190}{27,3} = 6,95$	$\frac{172}{26,7} = 6,4$ (Bu arkadaş istisna)

Görüldüğü üzere her birinde 6,6 civarında ortak bir kat var ve bu katı ortalama bir bireyde 6,7 olarak hesaplarsak Kişinin boyunu ayakkabı numarasının cm cinsini 6,7 ile çarparsak boyunu bulabiliriz.

Yani

Boy = Ayakkabı numarasının cm cinsi × 6,7 olarak hesaplanabilir

Lakin her zaman istisnalar olabilir (yani 43 numara bir birey 1,70 olabilir)

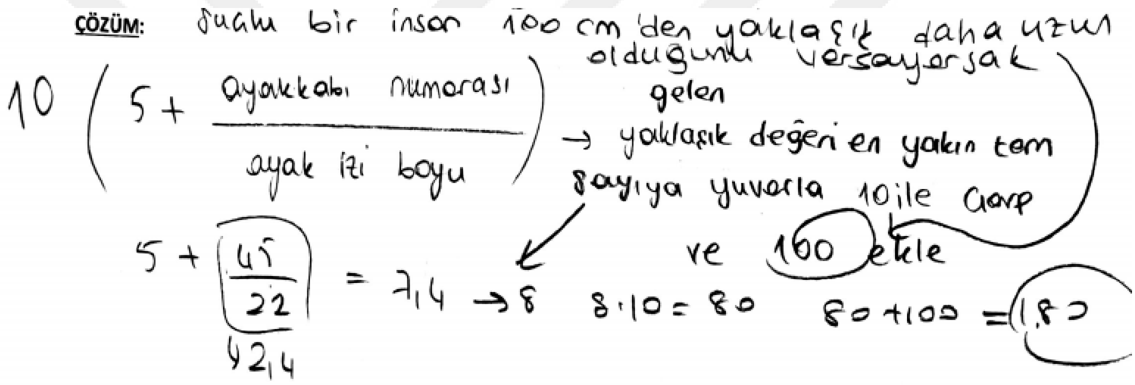
Şekil 4.3. $Ö_{17}$'nin Ayak İzi Probleminde Kullandığı Çözüm Yaklaşımından Bir Kesit

Ö$_{17}$ (Erkek)'nin çözüm yaklaşımının K tarafından değerlendirilmesi ile elde edilen bulgular:

K tarafından öğrencinin cevabı şu şekilde yorumlanmıştır: *"Öğrencimiz (Ö$_{17}$) soruyu net bir şekilde anlamış ve doğru cevap vermiş, vücut oranını kullanarak, tahminler sonucu matematiksel ifadeleri kullanarak genel bir formül bularak yaklaşık bir değere ulaşmış. Soruyu yorumlamış güzel bir yaklaşımdı."*

Ö$_{17}$ soruda vücut oranını kullanarak 5 kişiden aldığı boy ve ayak ölçülerini birbirine bölerek bir sabit elde etmiş, bu sabitlerden faydalanarak bir formül ortaya koymuştur.

Kod No 4: Formül Geliştirme



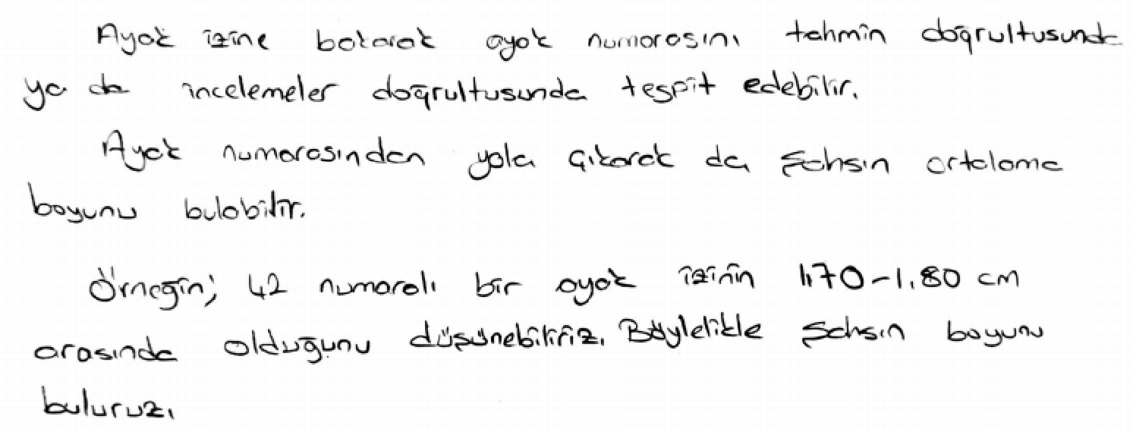
Şekil 4.4. Ö$_{10}$'un Ayak İzi Probleminde Kullandığı Çözüm Yaklaşımından Bir Kesit

Ö$_{10}$ (Kız)'un çözüm yaklaşımının K tarafından değerlendirilmesi ile elde edilen bulgular:

K tarafından öğrencinin cevabı şu şekilde yorumlanmıştır: *"Öğrenci soruyu anlamış ama verdiği cevap yanlış, öğrenci bir formül kurmaya çalışmış ama bu formülü nasıl elde ettiği belli değil, ayakkabı numarasını biliyoruz ancak ayak izi boyunu nerden biliyoruz sorularını açıklamamış. Soruyu anlamış ancak uydurma bir bağıntı elde ederek tahminlerde bulunduğunu düşünüyorum. Öğrenci strateji olarak formül kurma ve tahmin yoluna gitmiştir."*

Veriler incelendiğinde 12.sınıf öğrencisi Ö$_{10}$ ise şekildeki gibi çözüme gitmiştir. Çözüme başlamadan önce arkadaşının boyunu ölçmüş, arkadaşının ayakkabı numarasını ayak izi boyuna bölerek bir sabit elde etmiştir. Buna göre bir formül geliştirmiş ve doğruluğunu arkadaşının boyu ile karşılaştırarak formülün geçerli olup olmadığını test etmiştir.

Kod No 5: Tahmin Yürütme


Ayak izine bakarak ayak numarasını tahmin doğrultusunda
ya da incelemeler doğrultusunda tespit edebilir.
Ayak numarasından yola çıkarak da şahsın ortalama
boyunu bulabilir.
Örneğin; 42 numaralı bir ayak izinin 1,70-1,80 cm
arasında olduğunu düşünebiliriz. Böylelikle şahsın boyunu
buluruz.

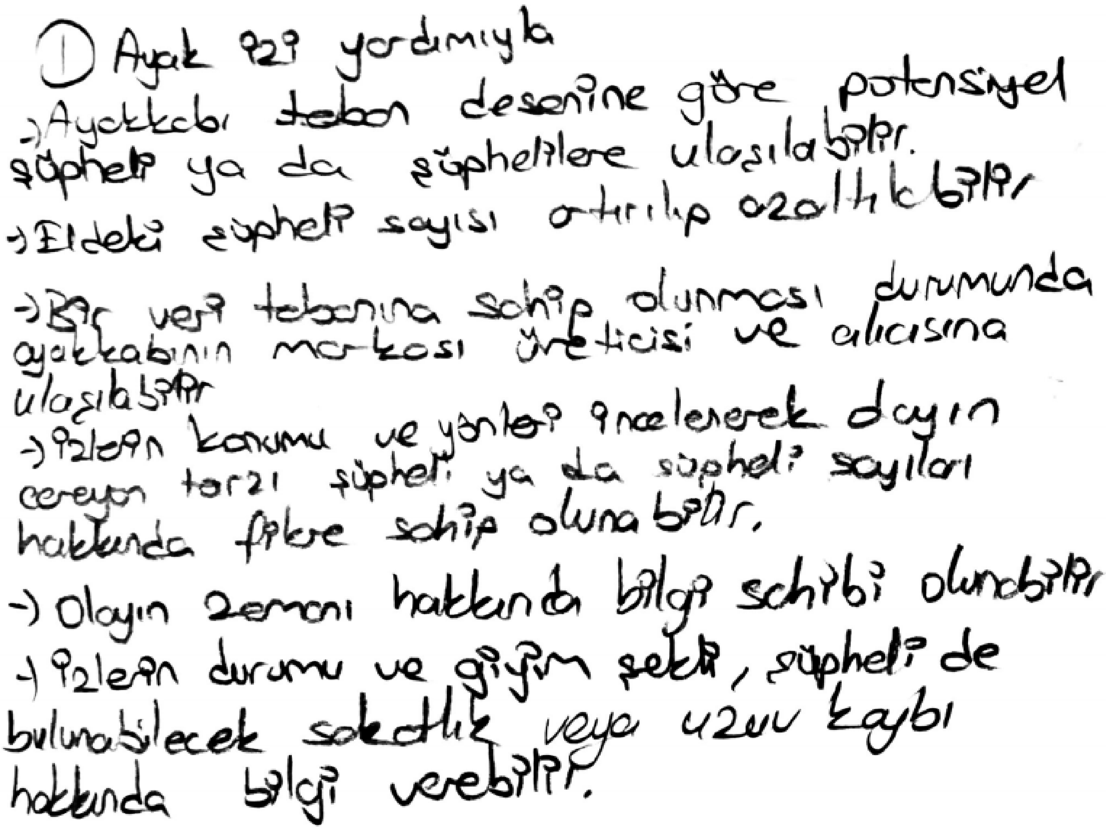
Şekil 4.5. $Ö_{21}$'in Ayak İzi Probleminde Kullandığı Çözüm Yaklaşımından Bir Kesit

$Ö_{21}$ (Erkek)'in çözüm yaklaşımının K tarafından değerlendirilmesi ile elde edilen bulgular:

K tarafından öğrencinin cevabı şu şekilde yorumlanmıştır: *"Soruyu anlamış ancak çok genel konuşmuş. Bu nedenle verilen cevabın kısmen doğru olduğunu söyleyebilirim. Öğrenci vücut oranından faydalanarak tahminde bulunmuş."*

Çözüm yaklaşımlarından tahmin yürütme ile öğrenciler genelde çözüm için bir model geliştirmek yerine çözüme ulaşmak için tahminlerde bulunmuşlardır. 12. sınıf öğrencisi $Ö_{21}$ ise şekilde ifade ettiği gibi tahmin yoluyla çözüme gidilebileceğini belirtmiştir. Bu doğrultuda ayak numarasından yola çıkılarak şahsın ortalama boyunun bulunabileceğini söylemiştir.

Kod No 6: Öneri Sunma


1) Ayak izi yardımıyla
-) Ayakkabı ~~taban~~ desenine göre potansiyel şüpheli ya da şüphelilere ulaşılabilir.
-) Eldeki şüpheli sayısı artırılıp azaltılabilir
-) Bir veri tabanına sahip olunması durumunda ayakkabının markası üreticisi ve alıcısına ulaşılabilir
-) İzlerin konumu ve yönleri incelenerek olayın cereyan tarzı şüpheli ya da şüpheli sayıları hakkında fikre sahip olunabilir.
-) Olayın zamanı hakkında bilgi sahibi olunabilir
-) İzlerin durumu ve giyim şekli, şüpheli de bulunabilecek sakatlık veya uzuv kaybı hakkında bilgi verebilir.

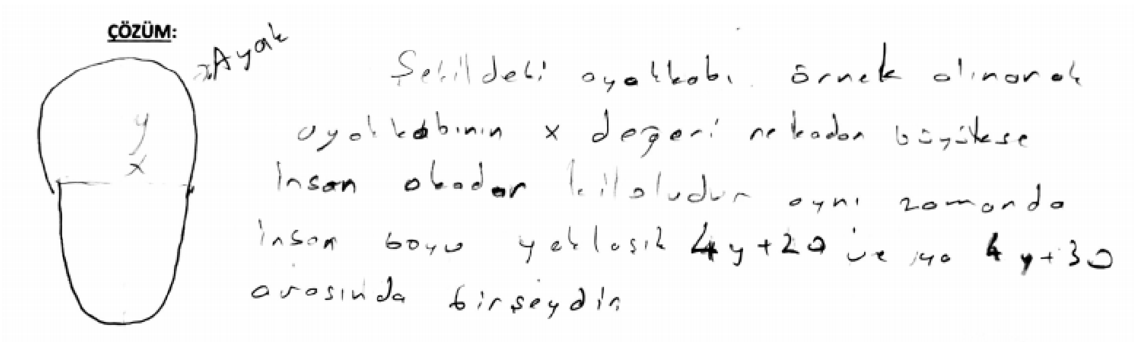
Şekil 4.6. $Ö_2$'nin Ayak İzi Probleminde Kullandığı Çözüm Yaklaşımından Bir Kesit

$Ö_2$ (Kız)'nin çözüm yaklaşımının K tarafından değerlendirilmesi ile elde edilen bulgular:

K tarafından öğrencinin cevabı şu şekilde yorumlanmıştır: *"Öğrencimiz ($Ö_2$) soruyu yanlış cevaplamıştır. Soruda ayakkabı numarası yardımıyla kişinin boyu hakkında yaklaşık bir değere ulaşılması gerektiğini anlamamış, farklı yönlerden soruyu değerlendirmeye çalışmıştır. Tabiki söyledikleri doğrudur ancak bu sorunun amacı eldeki verileri kullanarak bir sonuca ulaşmak olacaktır, dolayısıyla cevabı doğru olarak kabul etmek mümkün değildir. Öğrenci sadece tahmin yürüterek, öneri sunmaya çalışmıştır."*

Çözüm yaklaşımlarından öneri sunmada, öğrenciler genelde çözüm için bir model geliştirmek yerine çözüme ulaşmak için bir öneri sunmuşlardır. 12. sınıftan $Ö_2$ ise şekildeki gibi bir çözüm önerisi getirmiştir.

Kod No 7: Vücut Kütle Oranı



Şekil 4.7. Ö$_{20}$'nin Ayak İzi Probleminde Kullandığı Çözüm Yaklaşımından Bir Kesit

Ö$_{20}$ (Erkek)'nin çözüm yaklaşımının K tarafından değerlendirilmesi ile elde edilen bulgular:

K tarafından öğrencinin cevabı şu şekilde yorumlanmıştır: *"Soruyu anlamış bir model oluşturmuş ancak bu bakış açısı ile oluşturulan modellemenin çokta doğru olduğunu düşünmüyorum çünkü kendi tecrübelerimden piyasadaki pek çok markanın aynı ayakkabı numarasında bile taban genişliği ve uzunluğunun farklı olduğunu biliyorum. Yine de farklı bir bakış açısı, sonuçta yaklaşık bir değer bulunacak, bu sorunun kısmen doğru olduğunu söylemenin daha mantıklı olduğunu düşünüyorum. Ayrıca öğrenci burada vücut kütle oranından yararlanarak formül bulmuş, tahminde bulunmuştur."*

Ö$_{20}$ vücut kütle indeksinden faydalanmış, ayak genişliğinin artışı ile birlikte kilonun da artacağını belirtmiş, ayak uzunluğunu kullanarak bir formül geliştirerek tahminde bulunmuştur.

Kod No 8: Şekilsel

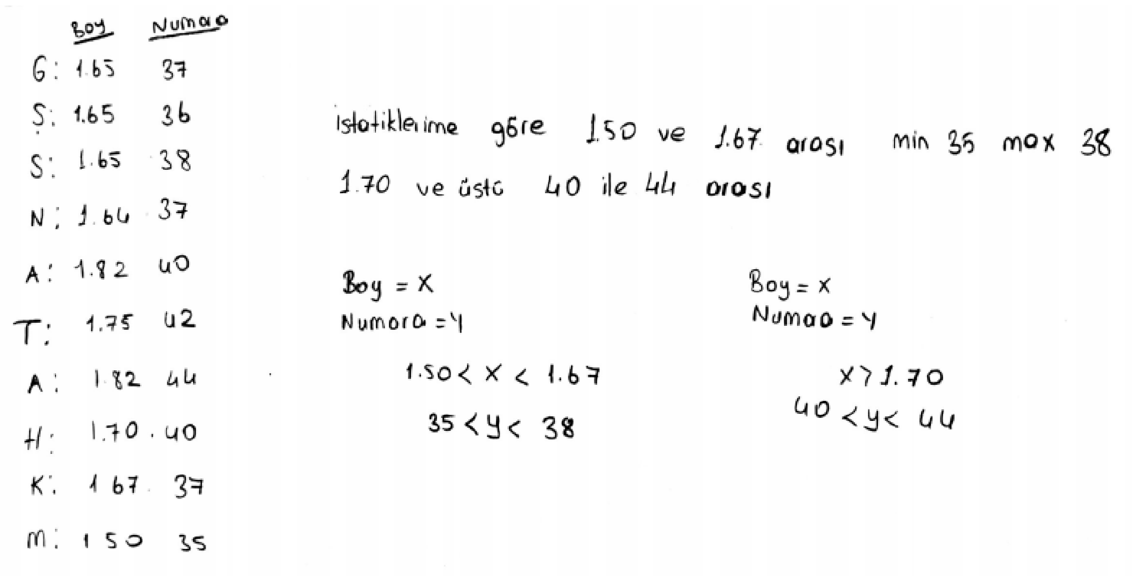
Şekil 4.8. Ö$_{9}$'un Ayak İzi Probleminde Kullandığı Çözüm Yaklaşımından Bir Kesit

Ö₉ (Kız)'un çözüm yaklaşımının K tarafından değerlendirilmesi ile elde edilen bulgular:

K tarafından öğrencinin cevabı şu şekilde yorumlanmıştır: *"Kısmen doğru olabilir. Açıkçası insanların vücut oranları arasında böyle bir ilişki var mı bilmiyorum. Eğer varsa kısmen doğru, bu oran yardımıyla yaklaşık bir değere ulaşabiliriz. Ancak burada baş uzunluğunu işe katmamış ve genel formülü veren bir bağıntı kurmamış. Şekil çizerek vücut kütle oranından bahsederek tahminde bulunmuştur."*

$Ö_9$ çözüm yaklaşımında şekil çizerek bir model geliştirmeye çalışmıştır.

Kod No 9: Eşitsizlik



Şekil 4.9. $Ö_8$'in Ayak İzi Probleminde Kullandığı Çözüm Yaklaşımından Bir Kesit

$Ö_8$ (Kız)'in çözüm yaklaşımının K tarafından değerlendirilmesi ile elde edilen bulgular:

K tarafından öğrencinin cevabı şu şekilde yorumlanmıştır: *"Öğrencimiz ($Ö_8$) soruyu kısmen doğru çözmüş. Öğrencimiz yaklaşık değerler üzerinden bir sonuca ulaşmaya çalışmış ancak bu değerleri nasıl elde ettiğini belirtmemiş. Ayrıca basit eşitsizlik kullanmış ancak boy oranı ve ayakkabı numarası aralığını çok geniş tutmuş bu durum yaklaşık değere ulaşmada yeterli olmayabilir. Sonuç olarak kısmen doğru olduğunu düşünüyorum. Vücut oranını kullanarak formül ortaya koymaya çalışarak tahmin yürütmüştür."*

$Ö_8$ sorunun çözümü için 10 arkadaşının boy ve ayakkabı numaralarını almış elde ettiği bu verilerden faydalanarak bir eşitsizlik elde etmiştir.

Sınıf içinde yapılan gözlemlerde kız öğrenciler ayak izi problemi etkinliğinin çözümünde daha aktif ve istekli oldukları gözlemlenmiştir. Etkinliklerin sınıf ortamında uygulanması sürecinde sorulara daha odaklı oldukları ve erkek öğrencilere nazaran öğretmene etkinlikle ilgili daha çok soru sordukları da gözlemlenmiştir. Bununla birlikte modelleme uygulamalarına katılan öğrencilerin ayak izi probleminde en çok yaptıkları yanlışlara yönelik katılımcı öğretmenin (K) görüşü: *"Öncelikle soruda ayakkabı numarası yardımıyla kişinin boyu hakkında yaklaşık bir değere ulaşılmak istenmektedir. Öğrencilerimizin ilk yanlışı ayakkabı numarası hariç farklı veriler yardımıyla sonuca ulaşmaya çalışmaları, örneğin hırsızı yakalamak, kameraya bakıp yaklaşık bir değer bulmak vb. kısacası öğrencilerimiz kendisini soruda sonuca ulaştıracak verileri kullanmakta hataya düşmüşlerdir. İkinci olarak bu tip soruların kesin bir çözümü ve yöntemi yoktur. Bazı öğrencilerimiz sorunun yanlış veya çözümünün yapılamayacağını belirtmiş yani soruda kesin net bir cevap olacağını düşünmüşler. Halbuki soruda yaklaşık bir değer isteniyor. Üçüncü olarak öğrencilerimiz birkaç veri yardımıyla çözüme ulaşmaya çalışmışlar, örneğin 41 numara 1,65-1.70cm arası, 42 numara 1.70-1.75 arası gibi. Halbuki burada yapması gereken yeteri kadar veri sayesinde bir genelleme yapıp yaklaşık bir metod geliştirmektir. Öğrencilerimizin cevap için yeteri kadar veriyi kullanamadığı için tahminden öteye gidememiştir. Dördüncü olarak yaklaşık bir yöntem bulan öğrencilerimizde soruyu yorumlayıp sağlam bir zemine oturtamamışlar"* şekilde olmuştur.

Yapılan sınıf içi gözlemlerde de bazı öğrenciler sorunun yanlış veya çözümünün yapılamayacağını, bazılarının ise verilen bilgilerin çözüm için yetersiz olduğunu öğretmenlerine sıklıkla söyledikleri gözlemlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin hiç birisinin ayak izi probleminde kullanılabilecek araç gereçlerden olan cetveli kullanmadığı ve öğretmenlerinden talep etmediği gözlemlenmiştir. Katılımcı matematik öğretmeni de hiçbir şekilde öğrencilerin çözümlerine müdahil olmamış öğrencilerin cevaplarına karşılık anladıklarını yazmalarını istediği gözlemlenmiştir.

Öğrencilerin "Ayak İzi Problemine" verdikleri cevaplar ile sergiledikleri modelleme becerileri katılımcı öğretmen (K) ile yapılan görüşmelerle değerlendirilmiş, kaç öğrencinin modelleme etkinliğini doğru çözdüğü, frekans ve yüzde halinde Tablo 4.2'deki gibi sunulmuştur.

Tablo 4.2. Ayak İzi Probleminde Öğrencilerin Çözüm Yaklaşımlarının Doğruluğuna Yönelik Katılımcı Öğretmenin Görüşü

	Kadın	f_k	$\%_{(k)}$		Erkek	f_e	$\%_{(e)}$
Doğru cevap	$Ö_1$, $Ö_{13}$	2	%12,5	**Doğru cevap**	$Ö_{17}$	1	%10
Kısmen doğru	$Ö_3$, $Ö_4$, $Ö_6$, $Ö_8$, $Ö_9$, $Ö_{11}$, $Ö_{12}$, $Ö_{15}$	8	%50	**Kısmen doğru**	$Ö_{18}$, $Ö_{20}$, $Ö_{21}$, $Ö_{22}$, $Ö_{23}$, $Ö_{26}$	6	%60
Yanlış cevap	$Ö_2$, $Ö_5$, $Ö_7$, $Ö_{10}$, $Ö_{14}$, $Ö_{16}$	6	%37,5	**Yanlış cevap**	$Ö_{19}$, $Ö_{24}$, $Ö_{25}$	3	%30
Cevap vermemiş	-	0	%0	**Cevap vermemiş**	-	0	%0

Tablo 4.2.'de f_k kadın öğrencilerin, f_e ise erkek öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerine yönelik verdikleri doğru, kısmen doğru, yanlış veya hiç cevap vermeyen öğrencilerin frekansını, $\%_{(k)}$ kadın, $\%_{(e)}$ ise erkek öğrencilerin verdikleri doğru, kısmen doğru, yanlış veya hiç cevap vermeyen öğrencilerin yüzdesini göstermektedir. Tablo incelendiğinde kadınların yalnızca %12.5'i, erkeklerin ise %10' u ayak izi problemini doğru cevaplamışlardır.

4.1.2. Banka Soygunu Probleminde Kullanılan Çözüm Yaklaşımlarına Yönelik Öğretmen Tarafından Yapılan Değerlendirmeler

Öğrencilerin "Banka Soygunu Problemine" verdikleri cevaplar ile sergiledikleri modelleme becerilerinin katılımcı öğretmen (K) ile yapılan görüşmelerle değerlendirilmesi sonucu elde edilen bulgular doğrudan alıntılar yapılarak aşağıda detaylı bir şekilde gösterilerek betimlenmiştir. Ayrıca elde edilen bulgular neticesinde, veriler içerik analizine tabi tutularak kategori, kod, frekans ve yüzdeler ile ifade edilerek

Tablo 4.3'de sunulmuştur. Tabloda geçen frekanslar (f) aynı çözüm yaklaşımını kaç öğrencinin kullandığını göstermektedir.

Tablo 4.3. Öğretmenin, Öğrencilerin Banka Soygunu Probleminde Kullandıkları Çözüm Yaklaşımlarına İlişkin Görüşlerine Ait Kategori, Kod, Frekans ve Yüzde Tablosu

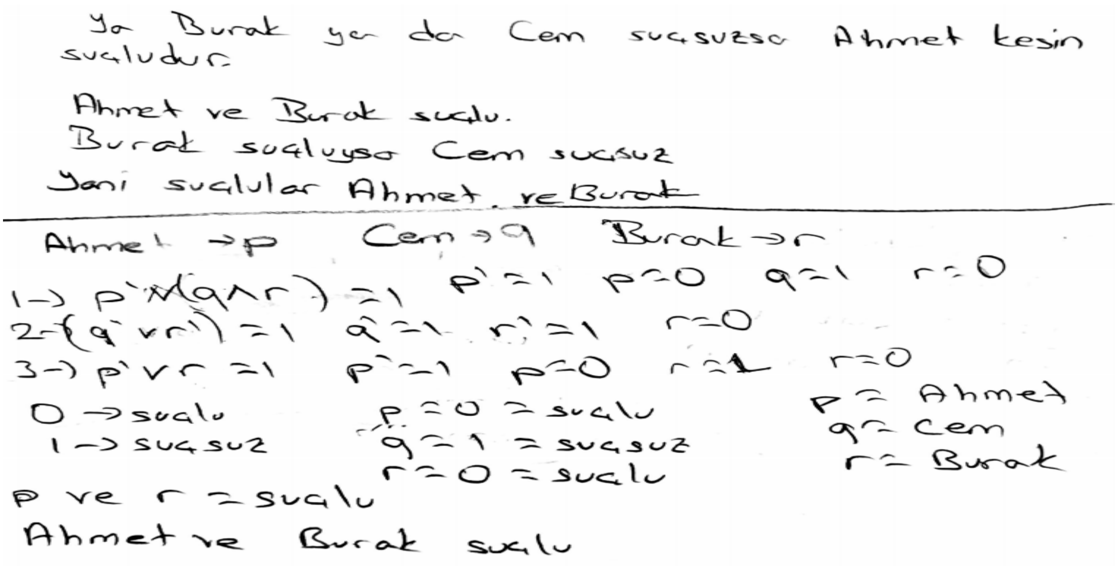
Kod No	**Kategoriler**	**Kod**	**Kodları Kullanan Öğrenciler**	**f**	**%(*)**
1	Öğrencilerin Çözüm Yaklaşımları	Mantık	$Ö_{18}$	1	%3,85
2		Olasılık	$Ö_{2}$, $Ö_{8}$, $Ö_{25}$	3	%11,54
3		Tablo	$Ö_{1}$, $Ö_{8}$, $Ö_{11}$, $Ö_{12}$, $Ö_{13}$, $Ö_{14}$, $Ö_{16}$, $Ö_{19}$, $Ö_{20}$, $Ö_{23}$, $Ö_{25}$, $Ö_{26}$	12	%46,15
4		Tahmin Yürütme	$Ö_{1}$, $Ö_{2}$, $Ö_{3}$, $Ö_{4}$, $Ö_{5}$, $Ö_{7}$, $Ö_{9}$, $Ö_{10}$, $Ö_{11}$, $Ö_{12}$, $Ö_{13}$, $Ö_{14}$, $Ö_{16}$, $Ö_{17}$, $Ö_{19}$, $Ö_{22}$, $Ö_{23}$, $Ö_{24}$, $Ö_{26}$	19	%73,08
5		Öneri Sunma	$Ö_{6}$, $Ö_{15}$, $Ö_{20}$, $Ö_{21}$	4	%15,38

: Bazı çözüm yaklaşımları birden fazla kod altında yerleştirildiği için yüzde değerleri toplamı %100'ü aşabilir.

Öğrenciler tarafından kullanılan 39 farklı çözüm stratejisinden, mantık konusu ile ilişkilendirerek çözüm yaklaşımı sunan sadece 1 öğrenci olup buda tüm öğrencilerden yalnızca %3,85' inin bu çözüm yaklaşımını kullandığını ifade etmektedir. Olasılığı 3 öğrenci, tablo oluşturarak 12 öğrenci, tahmin yürütme stratejisini kullanan 19, öneri sunarak çözüme ulaşmaya çalışan öğrenci sayısı ise yalnızca 4'tür.

Banka soygunu probleminde öğrencilerin kullandıkları çözüm yaklaşımlarını gösteren kodlara ilişkin birer örnek kesit ve öğretmen görüşleri aşağıda sunulmuştur.

Kod No 1: Mantık



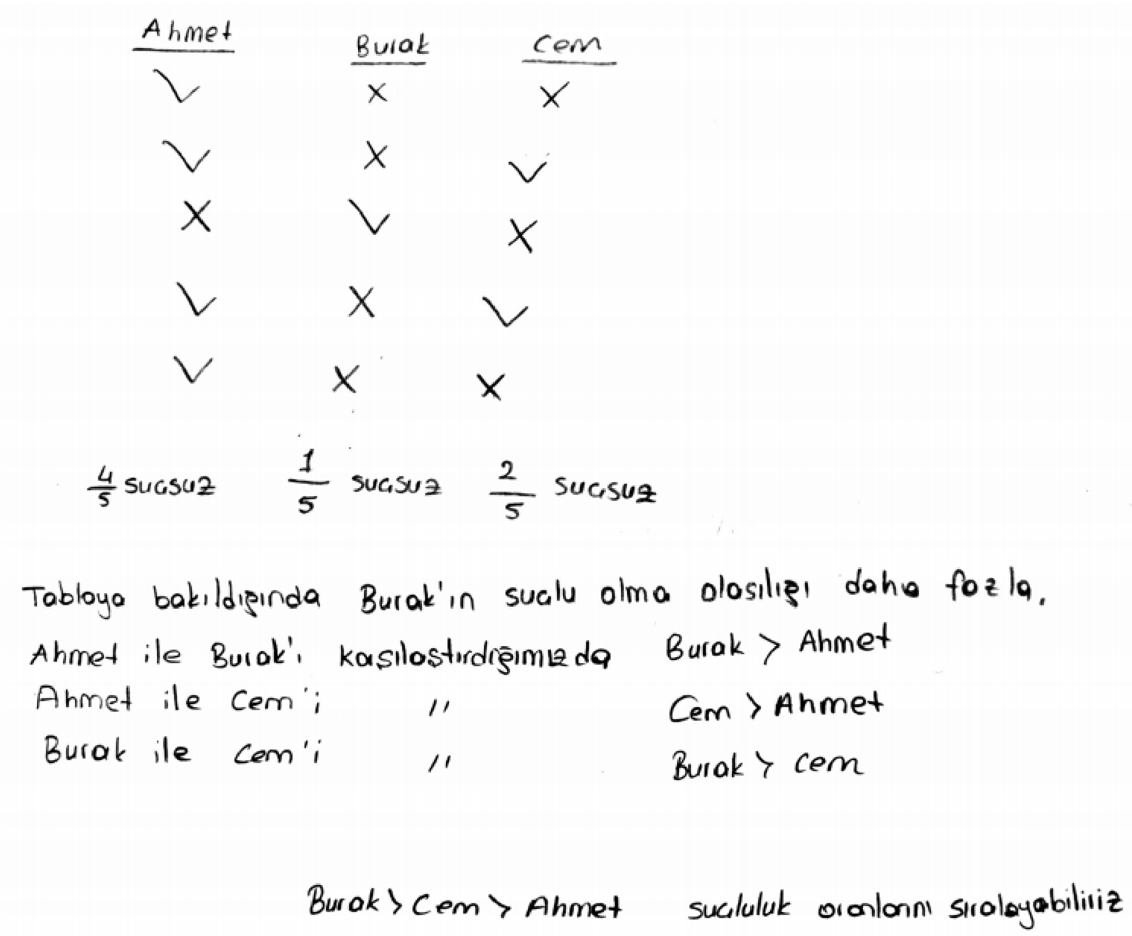
Şekil 4.10. Ö$_{18}$'in Banka Soygunu Probleminde Kullandığı Çözüm Yaklaşımından Bir Kesit

Ö$_{18}$ (Erkek)'in çözüm yaklaşımının K tarafından değerlendirilmesi ile elde edilen bulgular:

K tarafından öğrencinin cevabı şu şekilde yorumlanmıştır: *"Öğrencimiz (Ö$_{18}$)' in cevabı doğru. Soruyu olması gerektiği gibi cevaplamıştır. Mantık konusunu kullanması daha önce elde ettiği kazanımları unutmadığını gösteriyor. Cevabımız doğrudur."*

12. sınıf öğrencisi Ö$_{18}$, 9. sınıf mantık konusundan yararlanarak önermeleri p, q ve r olarak, değillerini ise p^{l}, q^{l} ve r^{l} olarak tanımlamış ve önerme doğru ise 1 (bir), yanlış ise 0 (sıfır) doğruluk değerlerini kullanarak bileşik önerme kurallarından çözüme doğru bir şekilde ulaşmıştır. Ö$_{18}$'in günlük yaşamdan verilen bir durumla mantık konusu arasında ilişki kurduğu görülmüştür.

Kod No 2: Olasılık



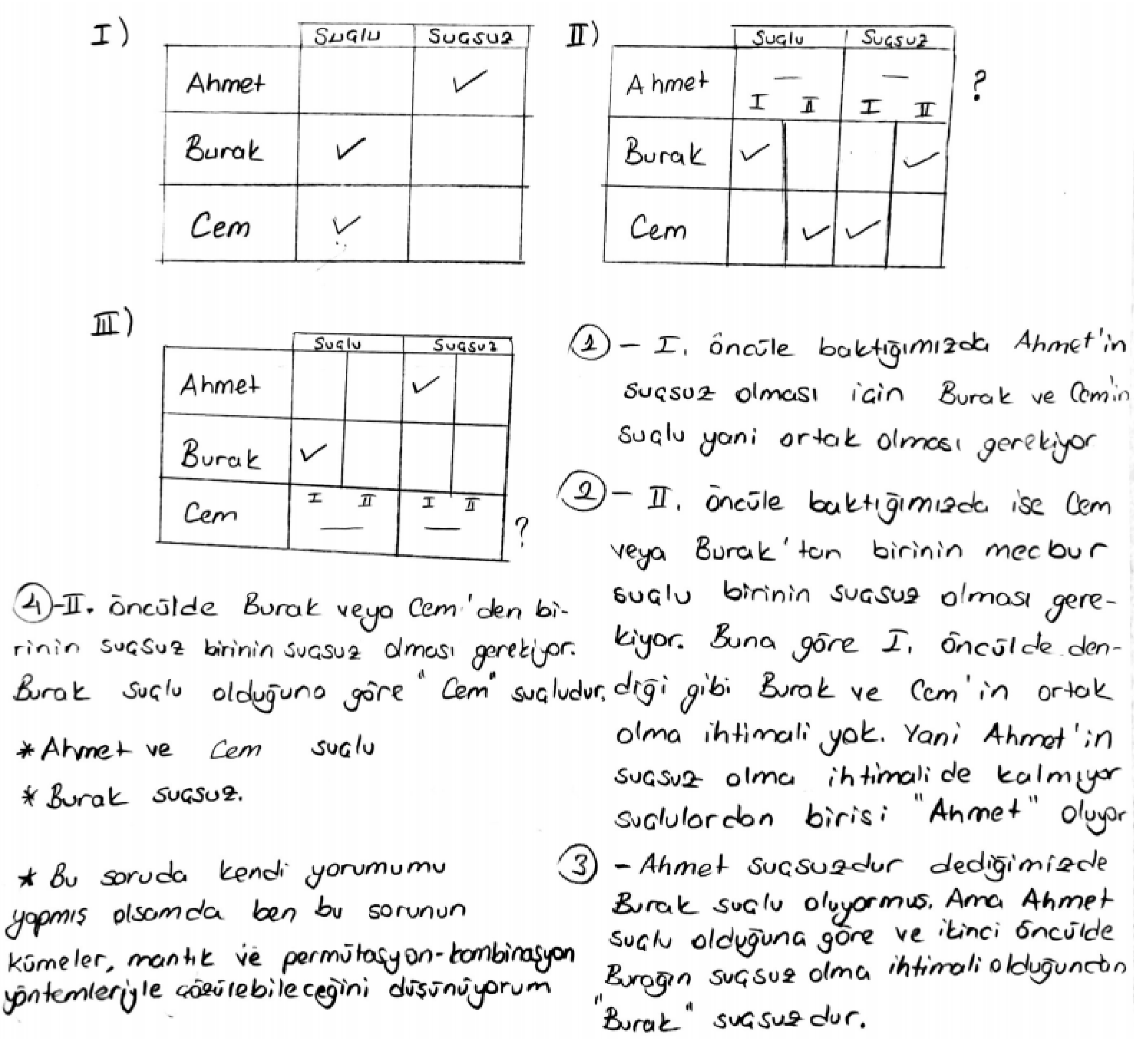
Şekil 4.11. Ö$_8$’in Banka Soygunu Probleminde Kullandığı Çözüm Yaklaşımından Bir Kesit

Ö$_8$ (Kız)’in çözüm yaklaşımının K tarafından değerlendirilmesi ile elde edilen bulgular:

K tarafından öğrencinin cevabı şu şekilde yorumlanmıştır: “*Öğrencimiz (Ö$_8$) soruyu yanlış çözmüş. Öğrencimiz modelleme yoluna gitmiş ancak soruyu anlamış gibi gözükmüyor ve bu sorunun olasılık konusu yardımıyla nasıl çözüldüğünü ifade edememiş. Bir de soruda suçluluk oranlarının karşılaştırılması istenmiyor kimlerin suçlu olup olmadığının belirlenmesi isteniyor. Dolayısıyla cevabımız yanlış. Öğrenci tablo oluşturarak olasılıkları hesaplamıştır.*”

Ö$_8$ tablo oluşturup bu tabloya bakarak suçluluk olasılıklarını hesaplamış, suçlu olma olasılıklarını ikili karşılaştırmalar yaparak sıralamıştır.

Kod No 3: Tablo



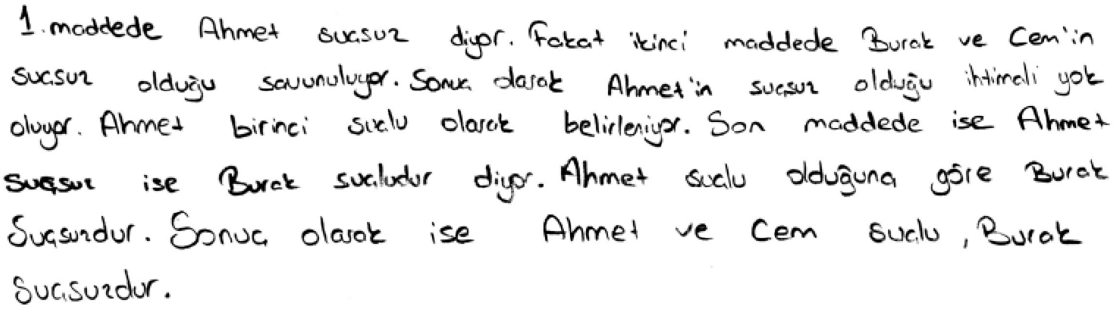
Şekil 4.12. Ö$_1$'in Banka Soygunu Probleminde Kullandığı Çözüm Yaklaşımından Bir Kesit

Ö$_1$ (Kız)'in çözüm yaklaşımının K tarafından değerlendirilmesi ile elde edilen bulgular:

K tarafından öğrencinin cevabı şu şekilde yorumlanmıştır:*"Öğrencimizin (Ö$_1$) soru için verdiği cevap yanlıştır, öğrencimiz şu anda 9. Sınıf müfredatında bulunan mantık konusunu kullanmak yerine daha çok yorum yardımıyla çözüme ulaşmaya çalışmış. Ancak burada "ise", "veya", "ve", "ya da" bağlaçlarının tam olarak neyi ifade ettiğini anlayamamış. Günlük hayatta ki anlamlarını kullanarak sonuca ulaşmaya çalışmış. Matematiksel olarak bu bağlaçlar günlük hayattaki anlamından biraz farklıdır. Mesela "ya Ahmet suçsuzdur ya da Burak suçludur" önermesini doğru kabul edersek eğer "Ahmet suçsuzsa" ifadesi doğruysa, "Burak suçludur" ifadesi yanlış* *olmalı dolayısıyla buradan "Ahmet suçsuzsa" "Burak'da suçsuz sonucu çıkarılmalı. Eğer "Burak suçludur" ifadesini doğru kabul edersek "Ahmet suçsuzdur" ifadesi yanlış olmalı yani buradan "Burak suçlu" ise "Ahmet suçludur" sonucu çıkar. Öğrencimiz bağlaçların anlamını yorumlamada hataya düşmüş dolayısıyla cevap yanlış. Öğrenci sorunun çözümü için tablo oluşturarak tahminlerde bulunmuştur."*

$Ö_1$ soruda tablo oluşturarak bir çözüm yaklaşımı ortaya koymaya çalışmıştır.

Kod No 4: Tahmin Yürütme


1. maddede Ahmet sucsuz diyor. Fakat ikinci maddede Burak ve Cem'in sucsuz olduğu savunuluyor. Sonuc olarak Ahmet'in sucsuz olduğu ihtimali yok oluyor. Ahmet birinci suclu olarak belirleniyor. Son maddede ise Ahmet suçsuz ise Burak suçludur diyor. Ahmet suclu olduğuna göre Burak Suçsuzdur. Sonuc olarak ise Ahmet ve Cem suclu, Burak sucsuzdur.

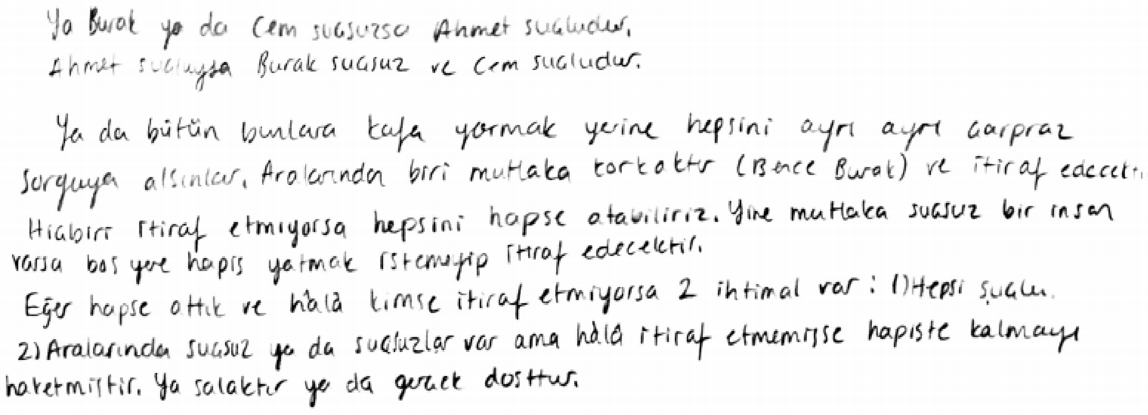
Şekil 4.13. $Ö_4$'ün Banka Soygunu Probleminde Kullandığı Çözüm Yaklaşımından Bir Kesit

$Ö_4$ (Kız)'ün çözüm yaklaşımının K tarafından değerlendirilmesi ile elde edilen bulgular:

K tarafından öğrencinin cevabı şu şekilde yorumlanmıştır: *"Öğrencimizin cevabı yanlıştır. Öğrencimiz ($Ö_4$) soruda bağlaçların anlamını karıştırmış yanlış ifade etmiş. Öğrencimiz söyle yazmış son maddede* "Ahmet suçsuz ise Burak suçludur" *demiş. Öğrencinin ifade etiği son madde ile soruda ki son madde tamamen farklı anlamlar ifade ediyor. Öğrenci sorunun çözümüne ulaşmak adına tahminlerde bulunmuştur."*

Veriler incelendiğinde 12. sınıf öğrencisi $Ö_4$ tahminlerde bulunarak sonuca ulaşmaya çalışmıştır.

Kod No 5: Öneri Sunma


Ya Burak ya da Cem suçsuzsa Ahmet suçludur.
Ahmet suçluysa Burak suçsuz ve Cem suçludur.

Ya da bütün bunlara kafa yormak yerine hepsini ayrı ayrı çarpraz sorguya alsınlar. Aralarında biri mutlaka korkaktır (Bence Burak) ve itiraf edecekti.
Hiçbiri itiraf etmiyorsa hepsini hapse atabiliriz. Yine mutlaka suçsuz bir insan varsa boş yere hapis yatmak istemeyip itiraf edecektir.
Eğer hapse attık ve hâlâ kimse itiraf etmiyorsa 2 ihtimal var: 1) Hepsi suçlu.
2) Aralarında suçsuz ya da suçluzlar var ama hâlâ itiraf etmemişse hapiste kalmayı haketmiştir. Ya salaktır ya da gerçek dosttur.

Şekil 4.14. Ö$_{15}$'in Banka Soygunu Probleminde Kullandığı Çözüm Yaklaşımından Bir Kesit

Ö$_{15}$ (Kız)'in çözüm yaklaşımının K tarafından değerlendirilmesi ile elde edilen bulgular:

K tarafından öğrencinin cevabı şu şekilde yorumlanmıştır: *"Öğrencimizin cevabı yanlış. Öğrencimiz soruyu anlamamış, çözüme sorunun amacına uygun olmayan farklı yöntemler kullanarak ulaşmaya çalışmış. Örneğin hapse atarız, çapraz sorguya alırız gibi sorunun amacına uygun olmayan yöntemler kullanarak öneri sunmaya çalışmıştır."*

12. sınıf öğrencisi Ö$_{15}$ sorunun amacına uygun olmayan, şekilde ifade ettiği gibi çözüm için birtakım öneriler sunmuştur.

Öğrenciler matematiksel modelleme etkinlikleri sürecinde problemlerin çözümünde birçok farklı çözüm yaklaşımı kullanmışlardır. En çok kullanılan çözüm yaklaşımları tahmin yürütme ve tablo oluşturma şeklinde sıralanmakta olup "Banka Soygunu" probleminin çözümünde özellikle kullanılması gereken mantık konusunu sadece 1 öğrencinin kullandığı görülmektedir.

Öğrencilerin "Banka Soygunu Problemine" verdikleri cevaplar ile sergiledikleri modelleme becerileri katılımcı öğretmen (K) ile yapılan görüşmelerle değerlendirilerek cinsiyete göre yorumlanmış, frekans ve yüzde halinde Tablo 4.4'deki gibi sunulmuştur.

Tablo 4.4. Banka Soygunu Probleminde Öğrencilerin Çözüm Yaklaşımlarının Doğruluğuna Yönelik Katılımcı Öğretmenin Görüşü

	Kız	f_k	$\%_{(k)}$		Erkek	f_e	$\%_{(e)}$
Doğru cevap	-	0	%0	**Doğru cevap**	$Ö_{18}$, $Ö_{22}$	2	%20
Kısmen doğru	$Ö_{11}$,$Ö_{13}$	2	%12,5	**Kısmen doğru**	$Ö_{26}$	1	%10
Yanlış cevap	$Ö_{1}$, $Ö_{2}$, $Ö_{3}$, $Ö_{4}$, $Ö_{5}$, $Ö_{6}$, $Ö_{7}$,$Ö_{8}$, $Ö_{9}$, $Ö_{10}$, $Ö_{12}$, $Ö_{14}$, $Ö_{15}$, $Ö_{16}$	14	%87,5	**Yanlış cevap**	$Ö_{17}$, $Ö_{19}$, $Ö_{20}$, $Ö_{21}$, $Ö_{23}$, $Ö_{24}$, $Ö_{25}$	7	%70
Cevap vermemiş	-	0	%0	**Cevap vermemiş**	-	0	%0

Tablo 4.4.'de f_k kız öğrencilerin, f_e ise erkek öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerine yönelik verdikleri doğru, kısmen doğru, yanlış veya hiç cevap vermeyen öğrencilerin frekansını, $\%_{(k)}$ kız, $\%_{(e)}$ ise erkek öğrencilerin verdikleri doğru, kısmen doğru, yanlış veya hiç cevap vermeyen öğrencilerin yüzdesini göstermektedir. Tablo incelendiğinde kız öğrencilerden soruyu doğru cevaplayan olmadığı, erkeklerden ise sadece 2 kişi yani %20'sinin banka soygunu problemini doğru cevapladığı görülmektedir.

Sınıf içinde yapılan gözlemlerde öğrencilerin öğretmenlerinden çözüm yaklaşımları hakkında bilgi almak için yanlarına gelmesini istedikleri ancak öğretmenin bildiklerini yazmalarını isteyerek hiçbir şekilde yönlendirme yapmadığı gözlemlenmiştir. Bununla birlikte modelleme uygulamalarına katılan öğrencilerin banka soygunu probleminde en çok yaptıkları yanlışlar K tarafından şu şekilde yorumlanmıştır: *"Öncelikle yöntem konusunda hataya düştüler soruyu çözebilecekleri yöntemi belirleyemediler. Yöntemi belirleyemedikleri için daha çok tahmin yürütme ve öneriyle bir sonuç çıkarmaya çalıştılar. Ayrıca bu soruda kullanılan bağlaçlar mantık konusu bilmemizi gerektirir. Burada ki bağlaçların kullanımları günlük hayattaki anlamlarından farklıdır. O yüzden bu soruda mantık bilgisinin kullanılması gerekirdi. Çoğu öğrencimiz günlük dildeki anlamlarıyla soruyu çözümlemeye çalışmış."*

Yapılan sınıf içi gözlemlerde de bazı öğrenciler verilen bilgilerin çözüm için yetersiz olduğunu öğretmenlerine söyledikleri gözlemlenmiştir. Sınıf içi yapılan gözlemlerde, öğrenciler birbirlerine çözüm ile ilgili soru sorma eğiliminde oldukları gözlemlenmiştir. Ayrıca uygulamaya katılan öğrencilerin hiç birisi, problemin çözümü sürecinde bu sorunun mantık konusu ile çözülebileceğini dile getirmediği gözlemlenmiştir.

4.1.3.Benzinin İyisi Hangisi? Probleminde Kullanılan Çözüm Yaklaşımlarına Yönelik Öğretmen Tarafından Yapılan Değerlendirmeler

Öğrencilerin "Benzinin İyisi Hangisi?" problemine verdikleri cevaplar ile sergiledikleri modelleme becerilerinin katılımcı öğretmen (K) ile yapılan görüşmelerle değerlendirilmesi sonucu elde edilen bulgular doğrudan alıntılar yapılarak aşağıda detaylı bir şekilde gösterilerek betimlenmiştir. Ayrıca elde edilen bulgular neticesinde veriler içerik analizine tabi tutularak kategori, kod, frekans ve yüzdeler ile ifade edilerek Tablo 4.5'de sunulmuştur. Tabloda geçen frekanslar (f) aynı çözüm yaklaşımını kaç öğrencinin kullandığını göstermektedir.

Tablo 4.5. Öğretmenin, Öğrencilerin Benzinin İyisi Hangisi? Probleminde Kullandıkları Çözüm Yaklaşımlarına İlişkin Görüşlerine Ait Kategori, Kod, Frekans ve Yüzde Tablosu

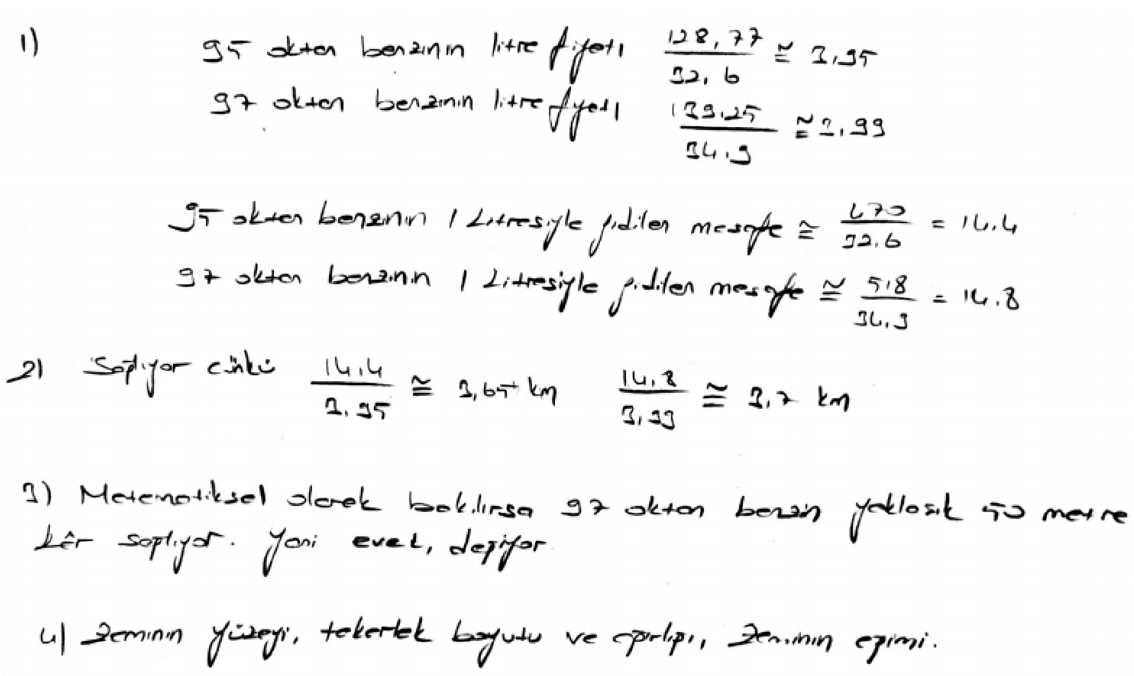
Kod No	Kategori	Kod	Kodları Kullanan Öğrenciler	f	%(*)
1	Öğrencilerin Çözüm Yaklaşımları	Oran-Orantı	$Ö_2$, $Ö_3$, $Ö_4$, $Ö_5$, $Ö_6$, $Ö_7$, $Ö_8$, $Ö_9$, $Ö_{10}$, $Ö_{12}$, $Ö_{13}$, $Ö_{14}$, $Ö_{15}$, $Ö_{16}$, $Ö_{17}$, $Ö_{19}$, $Ö_{20}$, $Ö_{21}$, $Ö_{22}$, $Ö_{23}$, $Ö_{24}$, $Ö_{25}$, $Ö_{26}$	23	%88,46
2		Grafik	$Ö_{12}$, $Ö_{13}$	2	%7,69
3		Tahmin Yürütme	$Ö_{11}$	1	%3,85

: Bazı çözüm yaklaşımları birden fazla kod altında yerleştirildiği için yüzde değerleri toplamı %100'ü aşabilir.

Öğrenciler matematiksel modelleme etkinlikleri sürecinde problemlerin çözümünde farklı çözüm yaklaşımları kullanmışlardır. K'nın yaptığı değerlendirme neticesinde en çok kullanılan çözüm yaklaşımı olarak oran-orantı olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin %88,46 bu çözüm yaklaşımını kullanarak çözüme ulaşmaya çalışmıştır. "Benzinin İyisi Hangisi?" probleminin çözümünde grafiği yalnızca 2 öğrencinin ($Ö_{12}$ ve $Ö_{13}$) kullandığı buda yüzde olarak %7,69'a karşılık geldiği görülmüştür.

Benzinin İyisi Hangisi? probleminde öğrencilerin kullandıkları çözüm yaklaşımlarını gösteren kodlara ilişkin birer örnek kesit ve öğretmen görüşleri aşağıda sunulmuştur.

Kod No 1: Oran-Orantı



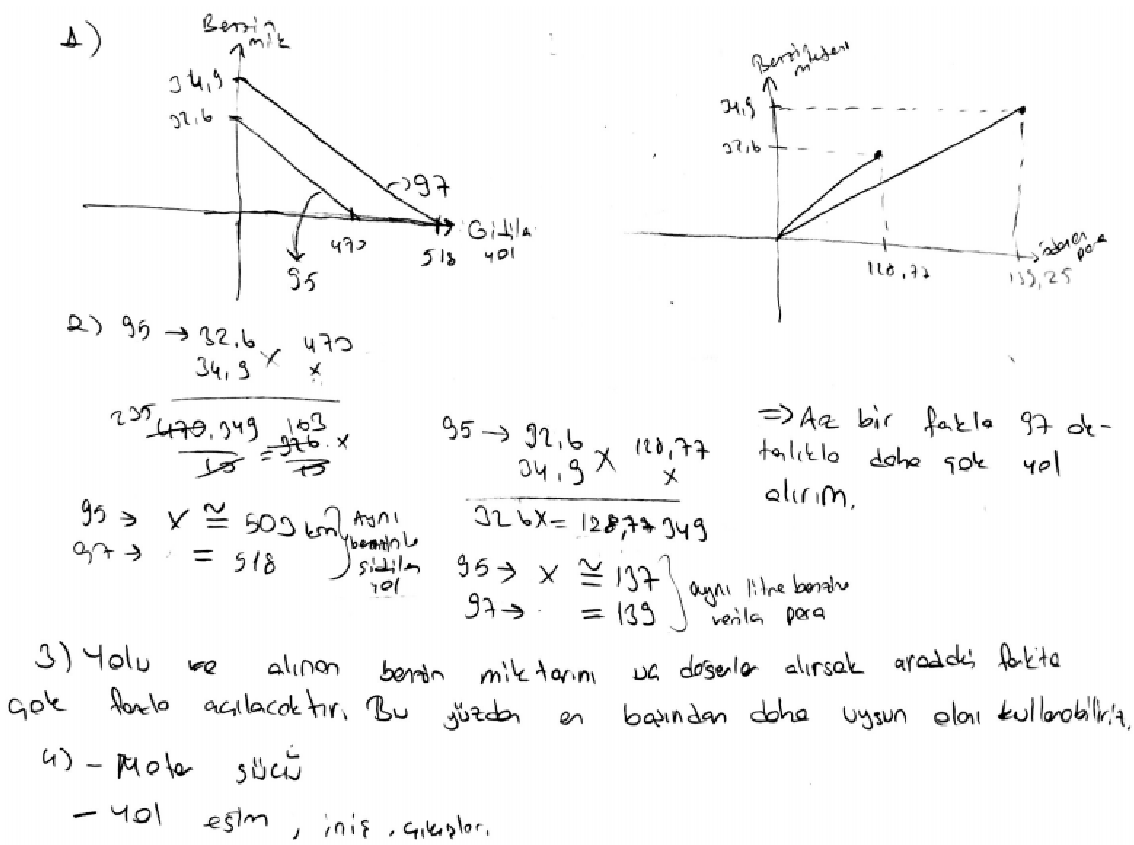
Şekil 4.15. Ö$_3$'ün Benzinin İyisi Hangisi? Probleminde Kullandığı Çözüm Yaklaşımından Bir Kesit

Ö$_3$ (Kız)'ün çözüm yaklaşımının K tarafından değerlendirilmesi ile elde edilen bulgular:

K tarafından öğrencinin cevabı şu şekilde yorumlanmıştır: "*Öğrencinin (Ö$_3$) cevabı doğrudur. Öğrencimiz soruyu doğru cevaplamış. Örnek çözüme benzer bir cevap vermiş ancak burada küsuratlar önemli değerler birbirine yakın olduğundan sonucun daha sağlıklı çıkması için ondalıklı kısmı biraz daha uzun tutmalıydı. Öğrencimiz strateji olarak oran-orantıyı kullanmıştır.*"

Ö$_3$ soruda oran-orantıyı kullanarak güzel bir çözüm yaklaşımı ortaya koymuştur.

Kod No 2: Grafik



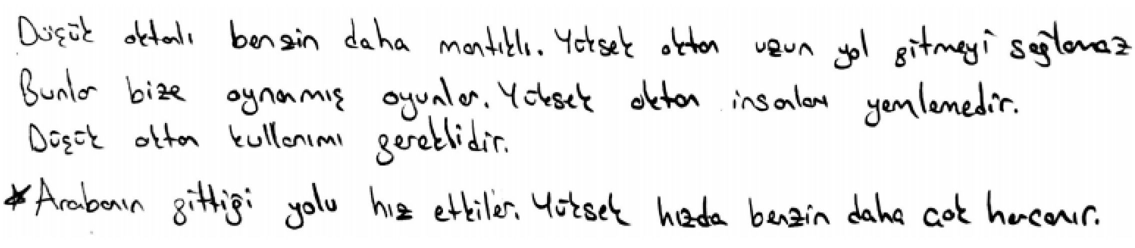
Şekil 4.16. Ö$_{13}$'ün Benzinin İyisi Hangisi? Probleminde Kullandığı Çözüm Yaklaşımından Bir Kesit

Ö$_{13}$ (Kız)'ün çözüm yaklaşımının K tarafından değerlendirilmesi ile elde edilen bulgular:

K tarafından öğrencinin cevabı şu şekilde yorumlanmıştır: *"Öğrencimiz az bir farkla 97 oktan benzinle daha çok yol alacağını söylemiş ve bunu oran orantıyı kullanarak matematiksel işlemlerle ve grafiklerle desteklemiş ve yorumlayarak sonuca ulaşmış."*

Ö$_{13}$ grafikten faydalanarak çözüme ulaşmıştır.

Kod No 3: Tahmin Yürütme



Şekil 4.17. Ö$_{11}$'in Benzinin İyisi Hangisi? Probleminde Kullandığı Çözüm Yaklaşımından Bir Kesit

Ö$_{11}$ (Kız)'in çözüm yaklaşımının K tarafından değerlendirilmesi ile elde edilen bulgular:

K tarafından öğrencinin cevabı şu şekilde yorumlanmıştır:*"Cevap yanlış. Öğrencimiz hiçbir işlem yapmadan sadece yorumuna güvenmiş matematiksel dili kullanmamış cevabı bir tahminden öteye gidememiş."*

Ö$_{11}$ sorunun çözümü için tahmin yürütme yoluna gitmiştir.

Öğrencilerin "Benzinin İyisi Hangisi?" problemine verdikleri cevaplar ile sergiledikleri modelleme becerileri katılımcı öğretmen (K) ile yapılan görüşmelerle değerlendirilmiş, kaç öğrencinin modelleme etkinliğini doğru çözdüğü, frekans ve yüzde halinde Tablo 4.6'deki gibi sunulmuştur.

Tablo 4.6. Benzinin İyisi Hangisi? Probleminde Öğrencilerin Çözüm Yaklaşımlarının Doğruluğuna Yönelik Katılımcı Öğretmenin Görüşü

	Kız	**f_k**	**%$_{(k)}$**		**Erkek**	**f_e**	**%$_{(e)}$**
Doğru cevap	Ö$_3$, Ö$_6$, Ö$_{12}$,Ö$_{13}$	4	%25	**Doğru cevap**	Ö$_{17}$	1	%10
Kısmen doğru	Ö$_2$, Ö$_4$, Ö$_5$, Ö$_{10}$,	4	%25	**Kısmen doğru**	Ö$_{23}$, Ö$_{24}$, Ö$_{26}$	3	%30
Yanlış cevap	Ö$_7$, Ö$_8$, Ö$_9$, Ö$_{11}$, Ö$_{14}$, Ö$_{15}$, Ö$_{16}$	7	%43,75	**Yanlış cevap**	Ö$_{18}$, Ö$_{19}$, Ö$_{20}$, Ö$_{21}$, Ö$_{22}$, Ö$_{25}$	6	%60
Cevap vermemiş	Ö$_1$	1	%6,25	**Cevap vermemiş**	-	0	%0

Tablo 4.6.'da f_k kız öğrencilerin, f_e ise erkek öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerine yönelik verdikleri doğru, kısmen doğru, yanlış veya hiç cevap vermeyen öğrencilerin frekansını, %$_{(k)}$ kız, %$_{(e)}$ ise erkek öğrencilerin verdikleri doğru, kısmen doğru, yanlış veya hiç cevap vermeyen öğrencilerin yüzdesini göstermektedir. Tablo incelendiğinde kızların yalnızca %25'i, erkeklerin ise %10' u "Benzinin İyisi Hangisi?" problemini doğru cevaplamışlardır.

Bununla birlikte modelleme uygulamalarına katılan öğrencilerin "Benzinin İyisi Hangisi?" probleminde en çok yaptıkları yanlışlar K tarafından şu şekilde yorumlanmıştır:

"Öğrencilerimiz sorudaki verileri kullanarak aşağı yukarı örnek çözüme benzer sonuçlar bulmuşlar buraya kadar her şey gayet güzel. Ancak elde edilen verileri yorumlamada sıkıntı çektikleri gayet açık. Yorum yapamayan öğrenciler kaçamak cevaplar vererek farklı yönlere değinmişler çözümün olamayacağını vurgulamışlar ve

buna benzer şeyler söylemişler. Yorum bu tip sorular için olmazsa olmaz bir durumdur. Cevaplarda da görüldüğü gibi bütün veriler hesaplanıyor ancak sonuca ulaşılamıyor bu durumda sanki bazı şeylerin ezberlendiğini gösteriyor. Ezberliyoruz ve bazı veriler elde ediyoruz ama bulduklarımızın bizim için ne ifade ettiğini yorumlayamıyoruz çok vahim bir durum bence."

Yapılan sınıf içi gözlemlerde de bazı öğrenciler işlem yeteneklerinin bu sorunun çözümü için yetersiz olduğunu söyledikleri gözlemlenmiştir. Ayrıca sorunun çözümündeki sayısal işlemlerin hesaplanması için öğrenciler öğretmenlerinden hesap makinesi istemiş, katılımcı öğretmenin yanında yeteri kadar hesap makinesi bulunmadığından öğrencilerin bu taleplerini kendi belirlediği sırayla karşılamıştır. Uygulama etkinlikleri süresince öğretmen, kendisinden istenilene kadar araç gereçler hakkında öğrencileri bilgilendirmediği görülmüştür.

4.1.4. Dergi Satışları Probleminde Kullanılan Çözüm Yaklaşımlarına Yönelik Öğretmen Tarafından Yapılan Değerlendirmeler

Öğrencilerin "Dergi Satışları Problemine" verdikleri cevaplar ile sergiledikleri modelleme becerilerinin katılımcı öğretmen (K) ile yapılan görüşmelerle değerlendirilmesi sonucu elde edilen bulgular doğrudan alıntılar yapılarak aşağıda detaylı bir şekilde gösterilerek betimlenmiştir. Ayrıca elde edilen bulgular neticesinde veriler içerik analizine tabi tutularak kategori, kod, frekans ve yüzdeler ile ifade edilerek Tablo 4.7'de sunulmuştur. Tabloda geçen frekanslar (f) aynı çözüm yaklaşımını kaç öğrencinin kullandığını göstermektedir.

Tablo 4.7. Öğretmenin, Öğrencilerin Dergi Satışları Probleminde Kullandıkları Çözüm Yaklaşımlarına İlişkin Görüşlerine Ait Kategori, Kod, Frekans ve Yüzde Tablosu

Kod No	Kategoriler	Kod	Kodları Kullanan Öğrenciler	f	%(*)
1	Öğrencilerin Çözüm Yaklaşımları	Oran-Orantı	$Ö_1$, $Ö_2$, $Ö_9$, $Ö_{10}$	4	%15,38
2		2. Dereceden Denklemler	$Ö_2$, $Ö_{17}$, $Ö_{24}$	3	%11,54
3		Sıkıştırma	$Ö_4$, $Ö_5$, $Ö_6$, $Ö_7$, $Ö_8$, $Ö_{11}$, $Ö_{13}$, $Ö_{15}$, $Ö_{18}$, $Ö_{19}$, $Ö_{22}$, $Ö_{23}$, $Ö_{26}$	13	%50
4		Tahmin Yürütme	$Ö_1$, $Ö_3$, $Ö_{11}$, $Ö_{14}$, $Ö_{15}$, $Ö_{16}$, $Ö_{17}$, $Ö_{19}$, $Ö_{20}$, $Ö_{22}$, $Ö_{23}$, $Ö_{26}$	12	%46,15
5		Öneri Sunma	$Ö_{21}$, $Ö_{25}$	2	%7,69

: Bazı çözüm yaklaşımları birden fazla kod altında yerleştirildiği için yüzde değerleri toplamı %100'ü aşabilir.

Öğrenciler matematiksel modelleme etkinlikleri sürecinde problemlerin çözümünde birçok farklı çözüm yaklaşımı kullanmışlardır. K'nın yaptığı değerlendirme neticesinde en çok kullanılan çözüm yaklaşımları sıkıştırma ve tahmin yürütme şeklinde sıralanmaktadır. Matematiksel modelleme problemlerinin çözümünde oran-orantı ve 2. dereceden denklem gibi cebirsel gösterimlerin oldukça az kullanıldığı, eşitsizlik kurma yönteminden hiçbir öğrencinin faydalanmadığı görülmüştür.

Dergi Satışları probleminde öğrencilerin kullandıkları çözüm yaklaşımlarını gösteren kodlara ilişkin birer örnek kesit ve öğretmen görüşleri aşağıda sunulmuştur.

Kod No 1: Oran-Orantı

- Bu sorunun yüzde ve kar-zarar problemlerinden çözüle-
bileceğini düşünüyorum.

5,5 TL'lik fiyat 25.000 satış

6.0 TL'lik fiyat 23,750 satış

Bu da %3.125'lik bir düşüş oluyor.

her 50 kuruşluk artışta %3,125 düşecek

Bir işte kar yapmak ya da zarar yapmamak için mutlaka maliyetinden daha fazla kazanmamız gerektiğini öngörürsek ben bu derginin fiyatını 6,5 TL olarak belirlerdim.

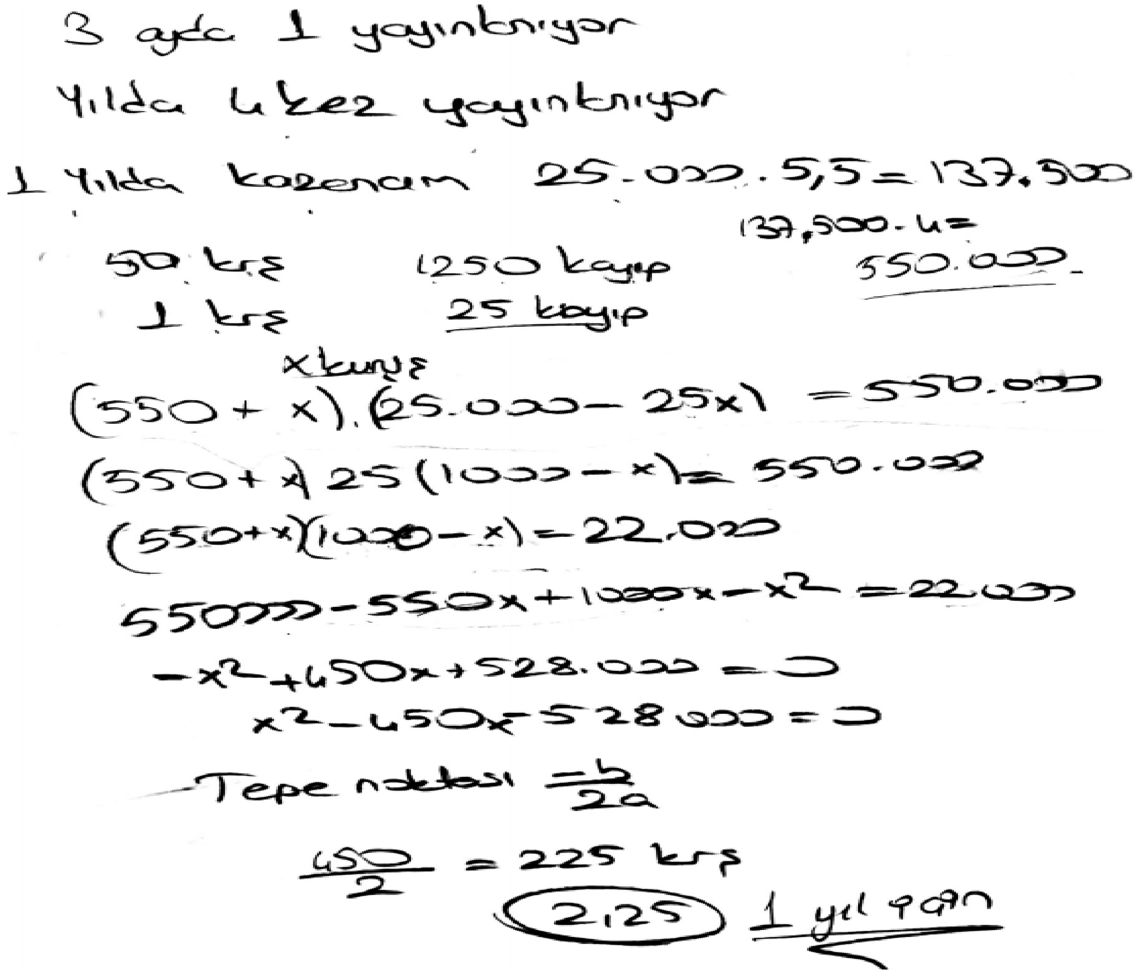
Şekil 4.18. Ö$_1$'in Dergi Satışları Probleminde Kullandığı Çözüm Yaklaşımından Bir Kesit

Ö$_1$ (Kız)'in çözüm yaklaşımının K tarafından değerlendirilmesi ile elde edilen bulgular:

K tarafından öğrencinin cevabı şu şekilde yorumlanmıştır: "Öğrencimizin (Ö$_1$) cevabı yanlış. Öğrencimiz soruyu anlamış ancak nasıl çözeceğine karar verememiş farklı konuları işin için katmış örneğin yüzde hesaplamış ancak yanlış hesaplamış oran-orantıyı kullanmış ancak cevabı bir tahminden öteye gidememiş."

Öğrencilerden Ö$_1$ sorunun yüzde ve kar zarar problemlerinden çözülebileceğini belirterek şekildeki gibi çözüme gitmiştir. Burada öğrenci, oran-orantıdan faydalanarak çözüme ulaşmaya çalışmıştır.

Kod No 2: 2. Dereceden Denklemler



Şekil 4.19. Ö$_2$'nin Dergi Satışları Probleminde Kullandığı Çözüm Yaklaşımından Bir Kesit

K tarafından öğrencinin cevabı şu şekilde yorumlanmıştır: *"Öğrencimiz (Ö$_2$) soruyu kısmen doğru cevaplamıştır. Aslında cevap doğru gibi gözüküyor ancak burada bir ayda kazanacağı parayı derginin bir yıllık gelirine eşitlemiş. Eşitsizlik yaklaşımıyla soru çözülmeliydi. Dolayısıyla kısmen doğru olduğunu söylemek daha mantıklı. Öğrencimiz sorunun çözümünde oran-orantı ve 2. Dereceden denklemleri kullanmıştır."*

12. sınıf öğrencisi Ö$_2$, 2. dereceden denklemlerden yararlanarak çözüme ulaşmaya çalışmıştır.

Kod No 3: Sıkıştırma

25.000 x 5,5 = 137.500 -> TL gelir
23.750 x 6 = 142.500 -> TL gelir
22.500 x 6,5 = 146.250 -> TL gelir
21.250 x 7 = 148.750 -> TL gelir
20.000 x 7,5 = 150.000 -> TL gelir
18.750 x 8 = 150.000 -> TL gelir
17.500 x 8,5 = 148.750 -> TL geli
⋮

Bizim secmemiz gereken tutar en fazla gelir ile en cok okuyucuya olandır. Bu yüzden 20 bin kişiye her bir dergi 7,5 TL'ye satışa sunulmalıdır

Şekil 4.20. Ö$_5$'in Dergi Satışları Probleminde Kullandığı Çözüm Yaklaşımından Bir Kesit

Ö$_5$ (Kız)'in çözüm yaklaşımının K tarafından değerlendirilmesi ile elde edilen bulgular:

K tarafından öğrencinin cevabı şu şekilde yorumlanmıştır: "*Öğrencimiz (Ö$_5$'in cevabı kısmen doğru. Sıkıştırma yöntemi kullanılmış ancak sadece 50 kuruş artırılarak sonuca ulaşılmaya çalışılmış. Bir önceki cevaptaki öğrencimizin yaptığı hatayı tekrarlamış. Yaklaşık bir cevap, kısmen doğru kabul edilmeli. Öğrenci strateji olarak sıkıştırmayı kullanmıştır.*"

Ö$_5$ soruda sıkıştırma yönteminden faydalanmıştır.

Kod No 4: Tahmin Yürütme

- Bu sorunun yüzde ve kar-zarar problemlerinden çözüle-bileceğini düşünüyorum.

5,5 TL'lik fiyat 25.000 satış

6.0 TL'lik fiyat 23.750 satış

Bu da %3.125'lik bir düşüş oluyor.

her 50 kuruşluk artışta %3,125 düşecek

Bir işte kar yapmak ya da zarar yapmamak için mutlaka maliyetinden daha fazla kazanmamız gerektiğini öngörürsek ben bu derginin fiyatını 6,5 TL olarak belirlerdim.

Şekil 4.21. Ö$_1$'in Dergi Satışları Probleminde Kullandığı Çözüm Yaklaşımından Bir Kesit

Ö$_1$ (Kız)'in çözüm yaklaşımının K tarafından değerlendirilmesi ile elde edilen bulgular:

K tarafından öğrencinin cevabı şu şekilde yorumlanmıştır: *"Öğrencimizin (Ö$_1$) cevabı yanlış. Öğrencimiz soruyu anlamış ancak nasıl çözeceğine karar verememiş farklı konuları işin için katmış örneğin yüzde hesaplamış ancak yanlış hesaplamış oran-orantıyı kullanmış ancak cevabı bir tahminden öteye gidememiş."*

12. sınıf öğrencisi Ö$_1$ çözüm yaklaşımı olarak oran-orantıyı kullanmasının yanı sıra şekilde görüldüğü gibi öngörülerde bulunarak tahmin yolu ile çözüme gitmeye çalışmıştır.

Kod No 5: Öneri Sunma

Derginin fiyatında bir oynama yapmazdım. Fakat yapmam gerekirse yaptığım zam karşılığı o dergi için bir kampanya düzenlerdim.

Mesela; bir dergi alanın ikincisini yarı fiyattan verirdim veya dergilere kupon yaparak belli bir sayıya geldiğinde sürpriz hediyeler sunabilirim. İnsanlar bu hediyeyi merak ettiğinden alım sayısını artırabilirim.

Şekil 4.22. Ö$_{21}$'in Dergi Satışları Probleminde Kullandığı Çözüm Yaklaşımından Bir Kesit

Ö$_{21}$ (Erkek)'in çözüm yaklaşımının K tarafından değerlendirilmesi ile elde edilen bulgular:

K tarafından öğrencinin cevabı şu şekilde yorumlanmıştır: *"Öğrencimizin cevabı yanlış. Öğrencimiz soruyu anlamamış farklı öneriler sunmuş, fiyat tahmininde bile bulunmamış."*

Çözüm yaklaşımlarından öneri sunmada, öğrenciler genelde çözüm için bir model geliştirmek yerine çözüme ulaşmak için bir öneri sunmuşlardır. Ö$_{21}$ ise şekildeki gibi bir öneri getirmiştir.

Öğrencilerin "Dergi Satışları Problemine" problemine verdikleri cevaplar ile sergiledikleri modelleme becerileri katılımcı öğretmen (K) ile yapılan görüşmelerle değerlendirilmiş, kaç öğrencinin modelleme etkinliğini doğru çözdüğü, frekans ve yüzde halinde Tablo 4.8'deki gibi sunulmuştur.

Tablo 4.8. Dergi Satışları Probleminde Öğrencilerin Çözüm Yaklaşımlarının Doğruluğuna Yönelik Katılımcı Öğretmenin Görüşü

	Kız	f_k	$\%_{(k)}$		Erkek	f_e	$\%_{(e)}$
Doğru cevap	-	0	%0	**Doğru cevap**	-	0	%0
Kısmen doğru	$Ö_2$, $Ö_4$, $Ö_5$, $Ö_6$, $Ö_7$, $Ö_8$	6	%37,5	**Kısmen doğru**	$Ö_{17}$, $Ö_{18}$, $Ö_{19}$, $Ö_{22}$, $Ö_{26}$	5	%50
Yanlış cevap	$Ö_1$, $Ö_3$, $Ö_9$, $Ö_{10}$, $Ö_{11}$, $Ö_{13}$, $Ö_{14}$, $Ö_{15}$, $Ö_{16}$	9	%56,25	**Yanlış cevap**	$Ö_{20}$, $Ö_{21}$, $Ö_{23}$, $Ö_{24}$, $Ö_{25}$	5	%50
Cevap vermemiş	$Ö_{12}$	1	%6,25	**Cevap verme miş**	-	0	%0

Tablo 4.8.'de f_k kız öğrencilerin, f_e ise erkek öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerine yönelik verdikleri doğru, kısmen doğru, yanlış veya hiç cevap vermeyen öğrencilerin frekansını, $\%_{(k)}$ kız, $\%_{(e)}$ ise erkek öğrencilerin verdikleri doğru, kısmen doğru, yanlış veya hiç cevap vermeyen öğrencilerin yüzdesini göstermektedir. Tablo incelendiğinde kız ve erkek öğrencilerden problemi doğru cevaplayan olmamıştır.

Modelleme uygulamalarına katılan öğrencilerin dergi satışı probleminde en çok yaptıkları yanlışlar K tarafından *"Tamamına yakını sıkıştırma yöntemini uygulayarak çözüme gitmeye çalışmış. Ama sadece 50 kuruş artırarak yaklaşık bir çözüm bulmuşlar. Sonucu net bulanlarda tahmini cevaplar vermiş yoksa dayandırdığı bir matematiksel işlem söz konusu değil. Diğer sorularda olduğu gibi en önemli eksiğimiz yorumlama. Çoğu öğrencimiz bulduğu cevabın ne anlama geldiğini bilmiyor ne buldum, niye bunu buldum, ne işime yarayacak gibi bir düşünce içerisinde değiller"* şeklinde yorumlanmıştır.

Yapılan sınıf içi gözlemlerde de bazı öğrenciler sorunun yanlış veya çözümünün yapılamayacağını, bazılarının ise verilen bilgilerin çözüm için yetersiz olduğunu öğretmenlerine sıklıkla söyledikleri gözlemlenmiştir. Ayrıca sorunun çözümündeki sayısal işlemlerin hesaplanması için öğrenciler öğretmenlerinden hesap makinesi istemiş, öğretmenin yanında yeteri kadar hesap makinesi bulunmadığından öğrencilerin bu taleplerini kendi belirlediği sırayla karşılamıştır.

4.2. Öğrencilerin Matematiksel Modelleme Problemlerindeki Çözüm Süreçlerinin Katılımcı Matematik Öğretmeni Tarafından Değerlendirilmesi İle Elde Edilen Bulgular

Öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerine verdikleri cevaplar ile matematiksel modelleme süreci basamaklarında ulaşarak sergiledikleri modelleme becerilerinin katılımcı öğretmen (K) ile yapılan görüşmelerle değerlendirilmesi sonucu elde edilen bulgulardan doğrudan örnek alıntılar yapılarak aşağıdaki şekilde gösterilerek betimlenmiştir. Ayrıca çözüm süreci basamaklarından elde edilen veriler betimsel analize tabi tutularak kategori, kod, frekans ve yüzdeler ile ifade edilerek sunulmuştur.

4.2.1. Öğrencilerin Ayak İzi Problemi Çözümünde Takip Ettikleri Aşamaların Katılımcı Öğretmen Tarafından Yorumlanması:

Yarı yapılandırılmış görüşme formu ile katılımcı matematik öğretmenine, öğrencilerin problem çözümünde hangi basamakları kullandığı sorulmuş K *"Çoğu öğrencimiz herhangi bir aşamayı takip etmemiştir. Çünkü öncelikle soruyu anlamamışlar. Asıl amaçtan sapıp farklı yönlerden sonuca ulaşmaya çalışmışlar. Örneğin öğrencimiz cevap olarak hırsızı yakalarız boyunu ölçeriz gibi ifadeler kullanmış tabi bu en kesin çözümdür, ancak burada amaç ayakkabı numarası yardımıyla hırsızın boyu hakkında yaklaşık bir değer bulmak. Tabi belli aşamayı takip eden öğrencilerimizde var. Bu aşamalara şöyle sıralayabilirim.*

- *Öğrencimiz öncelikle soruyu anlamış,*
- *Nasıl bir yol izleyeceğini kurgulamış,*
- *Verileri belirlemiş,*
- *Modelleme yardımıyla somutlaştırmış,*
- *Verileri birbiriyle ilişkilendiren bir bağıntı kurmuş ve yaklaşık bir değere ulaşmış"* şeklinde yorumlamıştır.

K'nın matematiksel modelleme ile ilgili herhangi bir eğitim almamasına rağmen basamaklara yönelik verdiği cevaplardan matematiksel modelleme sürecine benzer bir süreci ifade ettiği görülmüştür. Bununla birlikte öğrencilerin çözüm yaklaşımları sonucunda matematiksel modelleme sürecinde hangi basamakta kaldığını daha derinlemesini anlayabilmek, matematiksel modelleme sürecini tamamlayıp tamamlamadıklarını belirleyebilmek ve öğretmen içinde dolaylı olarak modelleme basamaklarını tanıtmak amacıyla modelleme adımları katılımcı matematik öğretmenine tek tek sorularak öğretmenin değerlendirme yapabilmesine imkan sağlanmıştır. Edinilen örnek bir bulgu doğrudan alıntı yapılarak betimlenmiştir. Ayrıca elde edilen bulgular betimsel analize tabi tutularak Tablo 4.9. daki gibi kategori, kod, frekans ve yüzdeler ile ifade edilerek aşağıdaki gibi sunulmuştur.

Tablo 4.9. Öğretmenin, Öğrencilerin Ayak İzi Problemi Çözümünde Takip Ettikleri Matematiksel Modelleme Süreci Basamaklarına İlişkin Görüşleri

Kod No	Kategori	Kod	Kodları Kullanan Öğrenciler	f	%(*)
1	Matematiksel Modelleme Süreci Basamakları	Problemi anlama	$Ö_1$, $Ö_3$, $Ö_4$, $Ö_6$, $Ö_8$, $Ö_9$, $Ö_{10}$, $Ö_{11}$, $Ö_{12}$, $Ö_{13}$, $Ö_{15}$, $Ö_{17}$, $Ö_{18}$, $Ö_{19}$, $Ö_{20}$, $Ö_{21}$, $Ö_{22}$, $Ö_{23}$, $Ö_{24}$, $Ö_{26}$	20	76,92
2		Değişkenleri seçme	$Ö_1$, $Ö_4$, $Ö_8$, $Ö_9$, $Ö_{10}$, $Ö_{11}$, $Ö_{12}$, $Ö_{13}$, $Ö_{15}$, $Ö_{17}$, $Ö_{18}$, $Ö_{20}$, $Ö_{21}$, $Ö_{22}$, $Ö_{24}$, $Ö_{26}$	16	61,54
3		Modeli oluşturma	$Ö_1$, $Ö_9$, $Ö_{17}$, $Ö_{20}$	4	15,38
4		Matematiksel çözüm	$Ö_1$, $Ö_{17}$	2	7,69
5		Çözümü yorumlama	$Ö_{17}$	1	3,85

: Bazı süreç basamakları birden fazla kod altında yerleştirildiği için yüzde değerleri toplamı %100'ü aşabilir.

Tablo incelendiğinde; ayak izi problemini çözen toplam 26 öğrenciden sadece 20'si yani %76,92'si problemi doğru anlamış, % 61,54'ü değişkenleri belirlemiş, %15,38'i bir matematiksel model oluşturmuş, %7,69'u yani 2 öğrenci problemi matematiksel olarak çözmüş, modeli ise yalnızca 1 öğrenci yani %3,85'i yorumlamıştır.

Öğrencilerin ulaştıkları çözüm süreci basamaklarının değerlendirilmesine yönelik örnek bir öğretmen görüşü aşağıda sunulmuştur.

$Ö_1$ (Kadın)'in çözüm süreçlerinin K tarafından değerlendirilmesi ile elde edilen bulgular:

K tarafından öğrencinin cevabı şu şekilde yorumlanmıştır: *"Öğrencimizin ($Ö_1$) soru için verdiği cevap doğru olup, gayet güzel bir yaklaşımda bulunarak soruyu anladığını göstermiştir. Soruda verilen veriyi kullanarak vücut oranları üzerinden değişkenleri belirlemiş ve yaklaşık bir değer bulmuştur. Sorunun amacına uygun bir* *modelleme yaparak bir fonksiyon ortaya çıkarmıştır. Öğrenci sorunun çözümünde vücut oranı, formül geliştirme, tahmin yürütme, şekle dökme gibi stratejilerden faydalanmıştır."* K çözüm yaklaşımını yorumlarken modelleme basamaklarından öğrencinin soruyu anladığı, ilgili değişkenleri seçtiği, model oluşturduğu (fonksiyondan faydalanarak) ve soruyu çözdüğü gibi modelleme basamaklarından da bahsetmiştir. Ancak betimsel analiz için kategoriyi doğru bir şekilde oluşturabilmek, öğrencilerin çözüm yaklaşımları sonucunda matematiksel modelleme sürecinde hangi basamakta kaldığını daha derinlemesini anlayabilmek, matematiksel modelleme sürecini tamamlayıp tamamlamadıklarını belirleyebilmek ve öğretmen içinde dolaylı olarak modelleme basamaklarını tanıtmak amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme sırasında modelleme adımları katılımcı matematik öğretmenine teker teker sorularak öğretmen tarafından değerlendirilmesi sağlanılmış ve aşağıdaki verilere ulaşılmıştır.

Araştırmacı: *Öğrenci problemi anlamış mı?*

K: *Öğrenci problemi anlamış.*

Araştırmacı: *Değişkenleri seçmiş mi?*

K: *Evet.*

Araştırmacı: *Matematiksel modeli oluşturmuş mu?*

K: *Evet.*

Araştırmacı: *Matematiksel problemi çözmüş mü?*

K: *Evet çözmüş.*

Araştırmacı: *Çözümü yorumlamış mı?*

K: *Hayır.*

Katılımcı öğretmene göre öğrenci ($Ö_1$) soruyu anlamış, değişkenleri seçmiş, modeli kurmuş (fonksiyondan faydalanarak) ve soruyu çözmüştür fakat öğretmen, öğrencinin modelleme sürecinin son aşaması da olan çözümü yorumlamadığını söylemiştir. Ayrıca sınıf içi gözlemlerde $Ö_1$'in, katılımcı öğretmene bu soru ile ilgili çözüm yaklaşımlarını sürekli teyit ettirme çabasında olduğu gözlemlenmiştir.

4.2.2. Öğrencilerin Banka Soygunu Problemi Çözümünde Takip Ettikleri Aşamaların Katılımcı Öğretmen Tarafından Yorumlanması:

Yarı yapılandırılmış görüşme formu ile katılımcı matematik öğretmenine öğrencilerin problem çözümünde hangi basamakları kullandığı sorulmuş K *"Çoğu öğrencimiz soruyu çözememiş cevapları tahminden öteye gitmemiş. Aşamaları sıralayacak olursak öncelikle öğrencilerimizin çoğu soruyu anlamış ilk basamağı çoğu* *başarıyla geçti. Ancak soru çözümünde kullanacakları yönteme gelince çoğu tahminden öneriden öteye geçememiş. Yöntem basamağında çoğu kalmış. Bu basamağı geçen öğrencilerimizde soruda ilgili verileri kullanarak çözümü belirlediği yöntemle çözerek yorumlamış"* şeklinde belirtmiştir. Modelleme adımları katılımcı matematik öğretmenine tek tek sorularak öğretmenin değerlendirme yapabilmesine imkan sağlanmıştır. Elde edilen bulgular betimsel analize tabi tutularak Tablo 4.10. daki gibi kategori, kod, frekans ve yüzdeler ile ifade edilerek aşağıdaki gibi sunulmuştur.

Tablo 4.10. Öğretmenin, Öğrencilerin Banka Soygunu Problemi Çözümünde Takip Ettikleri Matematiksel Modelleme Süreci Basamaklarına İlişkin Görüşleri

Kod No	Kategori	Kod	Kodları Kullanan Öğrenciler	f	%$^{(*)}$
1	Matematiksel Modelleme Süreci Basamakları	Problemi anlama	Ö$_1$, Ö$_3$, Ö$_4$, Ö$_5$, Ö$_7$, Ö$_9$, Ö$_{10}$, Ö$_{11}$, Ö$_{12}$, Ö$_{13}$, Ö$_{14}$, Ö$_{16}$, Ö$_{17}$, Ö$_{18}$, Ö$_{19}$, Ö$_{20}$, Ö$_{22}$, Ö$_{23}$, Ö$_{25}$, Ö$_{26}$	20	76,92
2		Değişkenleri seçme	Ö$_1$, Ö$_4$, Ö$_8$, Ö$_{11}$, Ö$_{13}$, Ö$_{14}$, Ö$_{16}$, Ö$_{17}$, Ö$_{18}$, Ö$_{19}$, Ö$_{20}$, Ö$_{22}$, Ö$_{23}$, Ö$_{25}$, Ö$_{26}$	15	57,69
3		Modeli oluşturma	Ö$_8$, Ö$_{11}$, Ö$_{13}$, Ö$_{14}$, Ö$_{16}$, Ö$_{18}$, Ö$_{22}$, Ö$_{26}$	8	30,77
4		Matematiksel çözüm	Ö$_{11}$, Ö$_{18}$, Ö$_{22}$	3	11,54
5		Çözümü yorumlama	Ö$_{18}$, Ö$_{22}$	2	7,69

: Bazı süreç basamakları birden fazla kod altında yerleştirildiği için yüzde değerleri toplamı %100'ü aşabilir.

Tablo incelendiğinde; banka soygunu problemini çözen toplam 26 öğrenciden sadece 20'si yani %76,92'si problemi doğru anlamış, % 57,69'u değişkenleri belirlemiş, %30,77'si bir matematiksel model oluşturmuş, %11,54'ü problemi matematiksel olarak çözmüş, modeli ise yalnızca 2 öğrenci yani %7,69'u yorumlamıştır.

4.2.3. Öğrencilerin "Benzinin İyisi Hangisi?" Problemi Çözümünde Takip Ettikleri Aşamaların Katılımcı Öğretmen Tarafından Yorumlanması:

Yarı yapılandırılmış görüşme formu ile katılımcı matematik öğretmenine öğrencilerin problem çözümünde hangi basamakları kullandığı sorulmuş K *"Öğrencilerimiz sorunun çözümünde belli bir kısma kadar aşağı yukarı aynı aşamaları takip ettiler. Çoğu soruyu anlamış 1 lt de alınan yolu ve 1 lt nin fiyatını oktana göre bulmuşlar. Bu kısma kadar çoğu öğrencimiz aynı cevabı vermiş ancak bu elde edilen* *verileri yorumlamada çoğu öğrencimiz hataya düşmüştür. Öğrencimiz öncelikle soruyu anlamış, izleyeceğini yolu kurgulamış, verileri belirlemiş, modelleme yardımıyla somutlaştırmış, yoruma gelince çoğu öğrencimiz yanlış yorumlamış ve sonuca ulaşma konusunda sıkıntı yaşamış"* şeklinde yorumlamıştır.

Öğrencilerin matematiksel modelleme sürecini tamamlayıp tamamlamadıklarını belirleyebilmek ve öğretmen içinde dolaylı olarak modelleme basamaklarını tanıtmak amacıyla modelleme adımları katılımcı matematik öğretmenine tek tek sorularak öğretmenin değerlendirme yapabilmesine imkan sağlanmıştır. Elde edilen bulgular betimsel analize tabi tutularak Tablo 4.11. deki gibi kategori, kod, frekans ve yüzdeler ile ifade edilerek aşağıdaki gibi sunulmuştur.

Tablo 4.11. Öğretmenin, Öğrencilerin "Benzinin İyisi Hangisi?" Problemi Çözümünde Takip Ettikleri Matematiksel Modelleme Süreci Basamaklarına İlişkin Görüşleri

Kod No	Kategori	Kod	Kodları Kullanan Öğrenciler	f	%(*)
1	Matematiksel Modelleme Süreci Basamakları	Problemi anlama	$Ö_2$, $Ö_3$, $Ö_4$, $Ö_5$, $Ö_6$, $Ö_7$, $Ö_8$, $Ö_9$, $Ö_{10}$, $Ö_{12}$, $Ö_{13}$, $Ö_{14}$, $Ö_{15}$, $Ö_{16}$, $Ö_{17}$, $Ö_{19}$, $Ö_{20}$, $Ö_{21}$, $Ö_{22}$, $Ö_{23}$, $Ö_{24}$, $Ö_{25}$, $Ö_{26}$	23	88,46
2		Değişkenleri seçme	$Ö_2$, $Ö_3$, $Ö_4$, $Ö_5$, $Ö_6$, $Ö_{12}$, $Ö_{13}$, $Ö_{17}$, $Ö_{19}$, $Ö_{21}$, $Ö_{22}$, $Ö_{23}$, $Ö_{24}$, $Ö_{25}$, $Ö_{26}$	15	57,69
3		Modeli oluşturma	$Ö_3$, $Ö_4$, $Ö_6$, $Ö_{12}$, $Ö_{13}$, $Ö_{17}$, $Ö_{24}$, $Ö_{26}$	8	30,77
4		Matematiksel çözüm	$Ö_3$, $Ö_6$, $Ö_{10}$, $Ö_{12}$, $Ö_{13}$, $Ö_{17}$	6	23,08
5		Çözümü yorumlama	$Ö_3$, $Ö_6$, $Ö_{10}$, $Ö_{12}$, $Ö_{13}$, $Ö_{17}$	6	23,08

: Bazı süreç basamakları birden fazla kod altında yerleştirildiği için yüzde değerleri toplamı %100'ü aşabilir.

Tablo incelendiğinde; "Benzinin İyisi Hangisi?" problemini çözen toplam 26 öğrenciden 23'ü yani %88,46'sı problemi doğru anlamış, % 57,69'u değişkenleri belirlemiş, %30,77'si bir matematiksel model oluşturmuş, %23,08'i problemi matematiksel olarak çözmüş, modeli ise 6 öğrenci yani %23,08'i yorumlamıştır.

4.2.4. Öğrencilerin Dergi Satışları Problemi Çözümünde Takip Ettikleri Aşamaların Katılımcı Öğretmen Tarafından Yorumlanması:

Yarı yapılandırılmış görüşme formu ile katılımcı matematik öğretmenine öğrencilerin problem çözümünde hangi basamakları kullandığı sorulmuş K *"Öğrencilerimizin çoğu soruyu anlamış, ilk aşamayı çoğu geçmiş ancak soru çözümüne gelince çoğu sınıfta kalmış. Tamamına yakını sorunun çözümünü sağlam temellere oturtamamış. Yani izleyeceği yolu matematiksel olarak ifade edememiş"* şeklinde yorumlamıştır.

Modelleme basamakları katılımcı matematik öğretmenine tek tek sorularak öğretmenin değerlendirme yapabilmesine imkan sağlanmıştır. Elde edilen bulgular betimsel analize tabi tutularak Tablo 4.12. deki gibi kategori, kod, frekans ve yüzdeler ile ifade edilerek aşağıdaki gibi sunulmuştur.

Tablo 4.12. Öğretmenin, Öğrencilerin Dergi Satışları Problemi Çözümünde Takip Ettikleri Matematiksel Modelleme Süreci Basamaklarına İlişkin Görüşleri

Kod No	Kategori	Kod	Kodları Kullanan Öğrenciler	f	%(*)
1	Matematiksel Modelleme Süreci Basamakları	Problemi anlama	$Ö_1$, $Ö_2$, $Ö_3$, $Ö_4$, $Ö_5$, $Ö_6$, $Ö_7$, $Ö_8$, $Ö_9$, $Ö_{10}$, $Ö_{11}$, $Ö_{13}$, $Ö_{15}$, $Ö_{17}$, $Ö_{18}$, $Ö_{19}$, $Ö_{22}$, $Ö_{23}$, $Ö_{24}$, $Ö_{26}$	20	76,92
2		Değişkenleri seçme	$Ö_1$, $Ö_2$, $Ö_4$, $Ö_5$, $Ö_6$, $Ö_7$, $Ö_8$, $Ö_{13}$, $Ö_{15}$, $Ö_{17}$, $Ö_{18}$, $Ö_{19}$, $Ö_{22}$, $Ö_{23}$, $Ö_{24}$, $Ö_{26}$	16	61,54
3		Modeli oluşturma	$Ö_2$, $Ö_4$, $Ö_5$, $Ö_6$, $Ö_7$, $Ö_8$, $Ö_{17}$, $Ö_{18}$, $Ö_{19}$, $Ö_{22}$, $Ö_{24}$, $Ö_{26}$	12	46,15
4		Matematiksel çözüm	-	-	-
5		Çözümü yorumlama	-	-	-

: Bazı süreç basamakları birden fazla kod altında yerleştirildiği için yüzde değerleri toplamı %100'ü aşabilir.

Tablo incelendiğinde; dergi satışı problemini çözen toplam 26 öğrenciden sadece 20'si yani %76,92'si problemi doğru anlamış, % 61,54'ü değişkenleri belirlemiş, %46,15'i bir matematiksel model oluşturmuştur, öğrencilerin hiçbiri soruyu matematiksel olarak çözerek, modeli yorumlayamamıştır.

4.3. Katılımcı Matematik Öğretmeni ve Öğrencilerin Matematiksel Modellemeye Bakış Açısı ve Farkındalığına Yönelik Elde Edilen Bulgular

Araştırmanın bu kısmında, ortaöğretim öğrencilerine yöneltilen matematiksel modelleme problemlerine verdikleri cevapların, matematik öğretmeni tarafından değerlendirilmesi sonucunda öğrencilerin ve öğretmenin matematiksel modelleme ile ilgili bakış açılarının ayrıntılı olarak ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda öğretmenin, model ve modelleme hakkındaki düşüncelerine, matematiksel modelleme problemlerinin amacına yönelik görüşlerine, öğrencilerin matematiksel modelleme etkinlikleri hakkındaki düşüncelerine, etkinlikler sürecinde karşılaşılan güçlüklerin öğretmen ve öğrenci perspektifinden yorumlanmasına, öğrencilerin modelleme problemlerinin gerçek hayat durumlarıyla ilişkisi hakkındaki görüşlerine ve matematiksel modelleme problemlerinin uygulandığı sınıfın fiziksel yapısı hakkındaki öğretmen görüşlerine yer verilmiştir. Bu görüşler doğrultusunda elde edilen bu verilere yönelik kodlara ilişkin birer örnek doğrudan alıntılar yapılarak sunulmuştur. Veriler öğretmen ve öğrenci görüşme formu aracılığıyla toplanmış, elde edilen bu veriler nitel analiz yöntemlerinden içerik analize tabi tutulmuştur. Uygulanan matematiksel modelleme problemi sonunda ortaöğretim öğrencilerine ve onların matematik öğretmenlerine yöneltilen yarı yapılandırılmış görüşme formu aracılığıyla sorulara verdikleri cevaplar ile matematiksel modelleme ile ilgili bakış açılarının ayrıntılı olarak belirlenmesi amaçlanmıştır.

4.3.1. Katılımcı Öğretmenin Model ve Modelleme Hakkındaki Düşüncelerine Dair Bulgular

Daha önceden matematiksel modelleme ile ilgili herhangi bir eğitim almadığını ve ilk defa bu etkinlikler sayesinde tanıma imkanı bulduğunu söyleyen K için model ve modellemenin ne anlam ifade ettiğine dair düşünceleri:

"Bilimsel olarak tanım yapamam ancak modellemeyi matematiksel dille veya farklı bir şekilde ifade edilen olayı çeşitli geometrik şekillerle, bir tabloyla veya farklı şekillerle somutlaştırma işi olarak görüyorum. Bu somutlaştırma sonucunda ortaya çıkan şekil vb. ürününde model olacağını düşünüyorum. Örneğin üniversitede matematik tarihi dersimizde hocamız özdeşliklerin geometrik şekiller yardımıyla ispatını yapmıştı. $(x+y)^2 = x^2+2xy+y^2$ *.... gibi"* şeklinde olmuştur.

İçerik analizi için kategori belirlenerek bu kategorilere yönelik kodlar aşağıdaki gibi oluşturulmuştur.

Tablo 4.13. Katılımcı Matematik Öğretmeninin Modelleme Kavramına Yönelik Görüşü

Kod No	Kategori	Kod
1	Modelleme	Geometrik şekille somutlaştırma
2		Bir tablo ile somutlaştırma
3		Geometrik şekilden daha farklı şekillerle somutlaştırma

K modellemeyi matematiksel olarak ifade edilen bir olayı çeşitli geometrik şekillerle, tabloyla veya farklı şekillerle somutlandırma olarak tanımlamış ve bu somutlandırma neticesinde ortaya çıkan ürünün model olduğunu söylemiştir.

4.3.2. Katılımcı Matematik Öğretmeninin Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin Amacına Yönelik Görüşleri

Katılımcı matematik öğretmeninin bu etkinliklere yönelik görüşü ise şu şekilde olmuştur: *Amaç öğrenciye farklı bir bakış açısı kazandırmak ve matematiksel dili tam olarak benimseyememiş öğrencilerimizin farklı bakış açılarıyla ilgisini çekmek. Ayrıca konunun veya sorunun somutlaştırılması açısından matematikte kullanılması gereken çok önemli bir yöntem olduğunu düşünüyorum."*

Tablo 4.14. Katılımcı Matematik Öğretmeninin Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin Amacına Yönelik Görüşleri

Kod No	Kategori	Kod
1	MME'nin amacı	Farklı bir bakış açısı kazandırmak
2		Matematiksel dili tam olarak benimseyemeyenlere farklı bakış açılarıyla ilgisini çekmek
3		Konunun veya sorunun somutlaştırılması

K matematiksel modelleme etkinliklerinin amacını; öğrencilere alıştıkları dışında farklı yönden sorulara bakabilmelerini sağlamak, matematikselleştirme becerisini tam olarak kullanmayan öğrencilerin ilgisini çekmek, konuların veya soruların somut halde ifade edilmesi olarak belirtmiştir.

4.3.3. Öğrencilerin Matematiksel Modelleme Etkinlikleri Hakkındaki Düşüncelerine İlişkin Bulgular

Öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerine yönelik görüşleri "MMP'ne yönelik öğrenci görüşleri" kategorisi altında, mantığa yönelik, düşünmeye yönelik, pratik düşünmeye yönelik, günlük hayata yönelik, matematiksel zeka ve işlem yeteneği geliştimeye yönelik, çok yönlü düşünmeye yönelik, kesin bir sonucu olmayan, alışık olduklarından farklı ve belli bir kuralı ya da örüntüyü keşfetmemizi sağladığı şeklinde kodlanmıştır.

Tablo 4.15. Öğrencilerin Matematiksel Modelleme Problemlerine Yönelik Görüşleri

Kod No	Kategori	Kod	Kodları Kullanan Öğrenciler	f	%$^{(*)}$
1	MMP'ne yönelik öğrenci görüşleri	Mantığa yönelik	$Ö_{1}$, $Ö_{5}$, $Ö_{6}$, $Ö_{7}$, $Ö_{10}$, $Ö_{14}$ $Ö_{16}$, $Ö_{25}$	8	30,77
2		Düşünmeye Yönelik	$Ö_{5}$, $Ö_{9}$, $Ö_{13}$, $Ö_{18}$, $Ö_{23}$, $Ö_{25}$	6	20,08
3		Pratik düşünmeye yönelik	$Ö_{11}$	1	3,85
4		Günlük hayata yönelik	$Ö_{1}$, $Ö_{3}$, $Ö_{6,}$ $Ö_{7}$, $Ö_{8}$, $Ö_{11}$, $Ö_{14}$, $Ö_{17}$, $Ö_{20}$	9	34,62
5		Matematiksel zekamızı ve işlem yeteneğini geliştimeye yönelik	$Ö_{1}$, $Ö_{16}$, $Ö_{17}$, $Ö_{18}$	4	15,38
6		Çok yönlü düşünmeye yönelik	$Ö_{18}$	1	3,85
7		Kesin bir sonucu olmayan	$Ö_{6}$, $Ö_{13}$, $Ö_{24}$, $Ö_{26}$	4	15,38
8		Hiç karşılaşmadığı ve alışık olduklarından farklı	$Ö_{9}$, $Ö_{15}$, $Ö_{16}$, $Ö_{18}$	4	15,38
9		Belli bir kuralı ya da örüntüyü keşfetmemizi sağlayan	$Ö_{18}$	1	3,85

***: Bazı görüşler birden fazla kod altında yerleştirildiği için yüzde değerleri toplamı %100'ü aşabilir.**

Öğrenciler matematiksel modelleme problemlerini daha çok mantıksal sorular ve günlük hayatla ilişkili sorular olarak tanımlamışlardır. Bunları takip eden cevaplar ise bu soruların düşünmeye yönelik, kesin bir cevabı olmadığı ve daha önce hiç karşılaşmadıkları türden olduğu yönünde olmuştur.

Öğrencilerin matematiksel modelleme problemleri hakkındaki görüşlerden mantığa yönelik olduğunu söyleyen $Ö_{11}$'in görüşü şu şekildedir.

"Mantıksal olarak ilişkiler kurulduğunda sonuca direkt varabiliyoruz."

Öğrencilerin matematiksel modelleme problemleri hakkındaki görüşlerden düşünmeye yönelik olduğunu söyleyen $Ö_{13}$'ün görüşü şu şekildedir.

"Hepsi düşündürücüydü"

Öğrencilerin matematiksel modelleme problemleri hakkındaki görüşlerden pratik düşünmeye yönelik olduğunu söyleyen $Ö_{11}$'in görüşü şu şekildedir.

"Problem sadece pratik düşünmeyi gerektiyor. Bir kere bilmekle bütün sorun çözülüyor."

Öğrencilerin matematiksel modelleme problemleri hakkındaki görüşlerden günlük hayata yönelik olduğunu söyleyen $Ö_{11}$'in görüşü şu şekildedir.

"Soru günlük hayatla çok içiçeydi. Karşımıza çıkabilir tarzdaydı. Beğendim."

Öğrencilerin matematiksel modelleme problemleri hakkındaki görüşlerden günlük hayata yönelik olduğunu söyleyen $Ö_{14}$'ün görüşü şu şekildedir.

"Bu sorular günlük hayata bakış açımı değiştirdi. Günlük hayatta matematikle bu kadar iç içe olduğumuzu bilmiyordum. Bunu farketmemi sağladı."

Öğrencilerin matematiksel modelleme problemleri hakkındaki görüşlerden matematiksel zekamızı geliştirmeye yönelik olduğunu söyleyen $Ö_{16}$'nın görüşü şu şekildedir.

"Matematik ile ele alarak çözümlemek bence çok zor. Ama yinede zekamızı geliştirmeye yönelik bir etkinlik."

$Ö_{17}$'nin belirlenen ve işlem yeteneği geliştimeye yönelik bir etkinlik olarak ifade ettiği görüşü ise aşağıdaki gibidir.

"Matematiksel zeka ve işlem yeteneği geliştimeye yönelik bir etkinlik."

$Ö_{1}$'in belirlenen zekasını orataya koyarak çözdüğünü belirttiği görüşü ise şu şekildedir:

"Bence çok verimli geçen iki ders saatiydi çünkü uzun zamandır hiç zekam ortaya konmadan formül ile çözeceğim sorular soruluyordu."

Öğrencilerin matematiksel modelleme problemleri hakkındaki görüşlerden matematiksel zekamızı geliştirmeye yönelik olduğunu söyleyen $Ö_{18}$'in görüşü şu şekildedir.

"Bence bu tarz problemler çok yönlü düşünmemizi sağlayarak ufkumuzu açıyor. Çözüm için birkaç olasılığın değerlendirilmesi ile beynimizin neler yapabileceğini görüyoruz."

Öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerinden ayak izi probleminin kesin bir sonucu olmadığı hakkındaki $Ö_{26}$'nın görüşü şu şekildedir.

"Ayak izi çok havada ve kesin sonuç alınabilecek bir soru değil ancak cevaba yaklaşabilecek yorum sorusu gibi bir soru olduğu için az beğendim."

Öğrencilerin matematiksel modelleme problemleri hakkındaki görüşlerden alışık olduklarından farklı olduğunu söyleyen $Ö_{9}$'un görüşü şu şekildedir.

"Bana göre çok değişik sorulardı hepsi. Yani düşündüren ama nasıl çözeceğimi bilmediğimiz sorulardı."

Öğrencilerin matematiksel modelleme problemleri ile daha önce karşılaşmadığını söyleyen $Ö_{15}$'in görüşü şu şekildedir.

"Sorular güzeldi ama böyle sorularla hiç karşılaşmadım. Doktor olmak için de böyle soruları çözmeye ihtiyacım yok. x'i bulsam yeter."

Öğrencilerin matematiksel modelleme problemleri hakkındaki görüşlerinden alışık olduklarından farklı olduğunu söyleyen $Ö_{15}$'in görüşü şu şekildedir.

"Bence bu sorular üniversite öğrencilerine sorulmalıydı çünkü bizler bu tarz sorulara alışkın değiliz. Nasıl yapılabileceği hakkında fikrimiz yok."

Öğrencilerin matematiksel modelleme problemleri hakkındaki görüşlerinden belli bir kuralı ya da örüntüyü keşfetmeyi sağladığını söyleyen $Ö_{18}$'in görüşü şu şekildedir.

"Buradan belli bir kuralı ya da örüntüyü keşfetmemizi sağlıyor."

4.3.4. Öğrencilerin Karşılaştıkları Güçlüklerin Katılımcı Öğretmen (K) Tarafından Yorumlanması

Matematiksel modelleme etkinliklerinin çözümü süresince öğrencilerin karşılaştığı güçlüklere yönelik katılımcı öğretmenin görüşü şu şekildedir.
"Sorunun anlaşılması en büyük güçlük, soru anlaşılmayınca öğrencilerin verdiği cevaplar hayal gücünün sınırlarını bile aşabiliyor. Soruyu anlayanlarda oluşturacağı modeli zihninde canlandıramadığı için ifadeleri daha çok sözel anlatıma kayıyor. Tavsiyem soruyu birkaç defa okumaları hepimiz biliyoruz ki soruyu anlamak soruyu çözmenin yarısıdır. İkinci yarısı olarak matematiksel alt yapıyı geliştirmek buna ek olarak iyi bir okuyucu olmak, zihnimizi egzersizlerle sürekli canlı tutmak. Son olarak bir noktaya odaklanmamaları farklı olasılıklarında olabileceğini düşünüp hayal gücünü sınırlamamalı." Katılımcı öğretmenin, öğrencilerin problemlerin çözümünde karşılaştıkları güçlüklere yönelik görüşleri doğrultusunda elde edilen bulgular içerik analize tabi tutularak Tablo 4.16. deki gibi ifade edilerek aşağıdaki gibi sunulmuştur.

Tablo 4.16. Öğrencilerin Problemlerin Çözümünde Karşılaştıkları Güçlüklere İlişkin Katılımcı Matematik Öğretmeninin Görüşleri

Kod No	Kategori	Kod
1	Güçlük	Sorunun anlaşılamaması
2		Matematiksel olarak ifade edememeleri

Katılımcı matematik öğretmene göre öğrencilerin karşılaştığı en büyük güçlük, sorunun anlaşılamaması olmuştur. Soruyu anlayanların ise anladıklarını matematiksel olarak anlamlandıramadıklarını belirtmiştir.

4.3.5. Öğrencilerin Problemlerin Çözümünde Karşılaştıkları Güçlükler Hakkındaki Düşüncelerine İlişkin Bulgular

Öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerinin çözümünde karşılaştıkları güçlüklere ilişkin görüşleri "Güçlükler" kategorisi altında, bu tür problemlerle daha önce karşılaşmamak, mantığını kullanamamak, problemlerin kesin bir çözümünün olmaması, matematiksel işlem yeteneğindeki eksiklik, çözüm yolu bulamamak ve problemdeki verilerin eksik olduğu düşüncesi şeklinde kodlanmıştır.

Tablo 4.17. Öğrencilerin Problemlerin Çözümünde Karşılaştıkları Güçlüklere İlişkin Görüşleri

Kod No	Kategori	Kod	Kodları Kullanan Öğrenciler	f	%
1	Güçlükler	Bu tür problemlerle daha önce karşılaşmamak	$Ö_3$, $Ö_9$, $Ö_{13}$, $Ö_{14}$, $Ö_{16}$, $Ö_{17}$, $Ö_{18}$	7	26,92
2		Mantığını kullanamamak	$Ö_1$, $Ö_8$, $Ö_{12}$	3	11,54
3		Problemlerin kesin bir çözümünün olmaması	$Ö_6$, $Ö_{10}$, $Ö_{21}$, $Ö_{26}$	4	15,38
4		Matematiksel işlem yeteneğindeki eksiklik	$Ö_7$, $Ö_{11}$, $Ö_{19}$, $Ö_{22}$	4	15,38
5		Çözüm yolu bulamamak	$Ö_{15}$, $Ö_{23}$	2	7,69
6		Problemlerdeki eksik veriler	$Ö_{24}$	1	3,85

Öğrencilerin %26,92'si daha önce bu tür problemlerle karşılaşmadıklarından dolayı güçlük yaşadıklarını, %15,38'i ise problemelerin kesin bir çözümü olmadığını ve matematiksel işlem yeteneklerinin eksikliğini problemlerin çözümünde yaşadığı güçlük olarak belirtmiştir. Öğrencilerin %11,54'ü ise problemlerin çözümünde mantığını kullanamadıklarını belirtmişlerdir.

Öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerin çözümünde karşılaştıkları güçlüğün bu tür problemlerle daha önce karşılaşmamak olan $Ö_3$'ün görüşü şu şekildedir.

"Daha önce karşılaşmadığım türden problemler olması çözümü zorlaştırdı."

Öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerin çözümünde karşılaştıkları güçlüğün alıştıkları problemlerin tarzında olmadığı yönündeki $Ö_{18}$'in görüşü şu şekildedir.

"Alışık olmadığım tarzda oldukları için zorlandım. Bize öğretilen problemler hep formüle ve ezbere dayalı ama bunlar düşünmeye sevk ediyor. Bence bu yüzden zorlandım."

Öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerin çözümünde karşılaştıkları güçlüğün mantığını kullanamamak olduğunu söyleyen $Ö_{12}$'in görüşü şu şekildedir.

"Kafam çok dolu olduğu için mantıklı düşünemediğimi düşünüyorum."

Öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerin çözümünde karşılaştıkları güçlüğün problemlerin kesin bir çözümünün olmaması olarak niteleyen $Ö_{21}$'in görüşü şu şekildedir.

"Kesin bir çözümünün olmaması biraz uğraştırdı ama genel olarak zorlanmadım."

Öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerinin çözümünde karşılaştıkları güçlüğün matematiksel işlem yeteneğindeki eksiklik olduğunu söyleyen $Ö_{22}$'in görüşü şu şekildedir.

"İşlem yeteneğim yok ve bu yüzden işlem yapmada biraz zorlandım."

Öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerinin çözümünde karşılaştıkları güçlüğün çözüm yolu bulamamak olduğunu söyleyen $Ö_{15}$'in görüşü şu şekildedir.

"Problemi anlayabilirdim fakat çözüm yolu bulmakta zorlandım."

Öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerinin çözümünde karşılaştıkları güçlüğün problemlerde verilen bilgilerin yetersiz olduğunu söyleyen $Ö_{15}$'in görüşü şu şekildedir.

"Problemlerde bize verilmeyen eksik veriler."

4.3.6. Öğrencilerin Modelleme Problemlerinin Gerçek Hayat Durumlarıyla İlişkisi Hakkındaki Görüşlerine Yönelik Elde Edilen Bulgular

Öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerinin gerçek hayat bağlamıyla ilişkisinin olup olmadığı yönündeki görüşleri sorulmuş, alınan cevaplar doğrultusunda "MMP'nin Gerçek Hayat Durumları ile İlişkisi" kategorisi altında, evet var, hayır yok, kısmen var, fikrim yok şeklinde aşağıdaki tablodaki gibi kodlanmıştır.

Tablo 4.18. Öğrencilerin Modelleme Problemlerinin Gerçek Hayat Bağlamıyla İlişkisinin Olup Olmadığı Yönündeki Görüşleri

Kod No	Kategori	Kod	Kodları Kullanan Öğrenciler	f	%
1	MMP'nin Gerçek Hayat Durumları ile İlişkisi	Evet Var	$Ö_1$, $Ö_3$, $Ö_6$, $Ö_7$, $Ö_8$, $Ö_9$, $Ö_{10}$, $Ö_{11}$, $Ö_{13}$, $Ö_{14}$, $Ö_{15}$, $Ö_{16}$, $Ö_{19}$, $Ö_{20}$, $Ö_{21}$, $Ö_{22}$, $Ö_{23}$, $Ö_{25}$, $Ö_{26}$	19	73,07
2		Hayır Yok	$Ö_{12}$	1	3,85
3		Kısmen Var	$Ö_{17}$, $Ö_{18}$, $Ö_{24}$	3	11,54
4		Fikrim Yok	$Ö_2$, $Ö_4$, $Ö_5$	3	11,54

Öğrencilerin %73,07'si matematiksel modelleme problemlerinin gerçek hayatla ilişkisinin olduğunu, %11,54'ü ise kısmen ilişkili olduğunu söylemiştir. Öğrencilerden yalnızca 1 tanesi MMP'nin gerçek hayat durumları ile ilişkinin bulunmadığını söylemiştir.

Öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerinin gerçek hayat bağlamıyla ilişkisi olduğu yönünde görüş bildiren $Ö_1$, $Ö_{13}$ ve $Ö_{14}$'ün görüşleri sırasıyla şu şekildedir.

"Kesinlikle vardı. Teknolojinin önceden olmadığını düşünürsek bu teknikler zaten kullanılıyordu ve şuan kullanılmaması bizim zekamızı köreltiyor"

"Gerçek hayatla olabildiğince içiçeydi."

"Vardı. Bu tarz problemlerle günlük hayatta sıkça karşılaşıyoruz ve hepsini olmasada bir kısmını matematik yoluyla çözebiliriz."

Öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerinin, gerçek hayat bağlamıyla ilişkisinin kısmen olduğu yönünde görüş bildiren $Ö_{18}$'in görüşü: *"3. Soruda (benzinin iyisi hangisi?) pek yok bence"* şeklinde olmuştur.

4.3.7. Matematiksel Modelleme Problemlerinin Uygulandığı Sınıfın Fiziksel Yapısı Hakkında K'nın Yorumu

Matematiksel Modelleme Problemlerinin Uygulandığı Sınıfın Fiziksel Yapısını nasıl bulduğu sorusuna cevabı *"Etkinliklerin uygulanmasında sınıfın fiziksel ortamının uygun olduğunu düşünüyorum"* olmuştur.

Yapılan sınıf içi gözlemlerde sınıfın fizksel yapısına yönelik bulgular şu şekilde gözlemlenmiştir: Kapıdan girildiğinde bizi ilk karşılayan, karşıdaki dikdörtgen 5 adet pencere. Her bir pencerenin arası kolonlarla bölünmüş ve sınıfın aydınlatılması için gayet yeterli bir ortam oluşturulmuş, pencerelerin altında krem dökme kalorifer petekleri mevcut. Sınıfa girdiğinizde yüzünüze vuran sıcaklık sınıfın yeterince ısındığının göstergesi. Dış kapının solunda köşede krem renkte öğretmen masası, masanın sağındaki duvarda asılı 3 adet camlı dolap bulunmakta. Dolapların biri ders materyalleri için, diğeri ise öğrencilerin cep telefonlarını koyması için düzenlenmiş. Öğretmen masasının hemen arkasında duvara sabitlenmiş ve 2 kısma bölünmüş şekilde akıllı beyaz tahta ve siyah klasik tebeşirli bir tahta mevcut. Tahtanın hemen üstünde ise büyük 3 adet dikdörtgen çerçevenin içerisine yerleştirilmiş, istiklal marşı, Atatürk portresi ve gençliğe hitabe bulunmakta. Tahtanın tam karşısında, karşı duvara kadar yaslanmış, sağlı ve sollu olmak üzere 2 sıra halinde öğrenci sıraları uzanmakta. Sıralar krem renkte ergonomik olarak dizayn edilmiş ve bu sıralar yere sabitlenmiş. Her bir sıra 2 öğrencinin oturabileceği şekilde tasarlanmış. Sıranın en arkasındaki duvarda enine asılmış dikdörtgen krem rengi, etrafı kahverengi çerçeveli duyuru panosu bulunmakta. Dış kapının sağındaki duvarda yani pencerelerin tam karşısında duvar köşesinden başlayan 15 kişilik yan yana üçerli 5 katlı bir kilitli öğrenci dolabı var. Hemen yanında dolaba bitişik yerden başlayan dolap boyu kadar koyu renkli öğrencilerin montlarını asmaları için yapılmış vestiyer ve hemen onun yanında yine aynı biçimde 5 katlı yan yana ders materyallerini koyabilecekleri 3 kapaklı dolap mevcut. Dolabın üstünde 1 adet dünya küresi var. Kapıya doğru yaklaşırken dolabın bittiği duvarda kirişte bir tablo, üstünde kare, siyah çerçeveli duvar saati. Yanındaki duvarda ise dikdörtgen kuşe kağıtdan imal edilmiş dünya haritası asılı. Tavanda sınıfın daha iyi aydınlatılması için düşünülmüş her biri birbirine paralel 6 tane florasan lamba mevcut.

Matematiksel modeleme uygulamaları esnasında yapılan gözlemlerin video kayıtları alınmak istenmiş ancak katılımcı öğretmenin istememesi nedeniyle kayıt alınmamıştır. Bu durum aslında doğal ortamın bozulmaması açısından düşünüldüğünde kabul edilebilir gelmiş ve gözlem sürecinde doğal akışı bozmayacak şekilde görsel olarak sadece fotoğraflar alınmış matematiksel modellemenin uygulandığı sınıfın fiziki ve sosyal özelliklerinin uygunluğuna yönelik gözlem sonuçları çözümlenerek bununla ilgili öneriler sunulmuştur.

BÖLÜM V

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu bölümde merkezi yerleştirme ile öğrenci alan MEB'e bağlı bir devlet lisesinin bir şubesindeki 26 öğrenciyle gerçekleştirilen matematiksel modelleme etkinlikleri ve bu etkinliklerin bitiminde öğrenciler ve onların matematik öğretmenleri ile yapılan görüşmeler, sınıf içi gözlemler ve öğrencilerin çözüm yaklaşımlarının bulunduğu dokumanların incelenmesi sonucunda elde edilen bulgulara yönelik sonuçlara yer verilmiştir.

5.1. Sonuçlar

5.1.1.Matematiksel Modelleme Uygulamaları Süreci ile İlgili Sonuçlar

Matematik eğitiminde matematiksel modelleme etkinliklerinin önemini birçok matematik eğitimcisi ifade etmektedir (Gravemeijer ve Doorman, 1999; Lesh ve Doerr, 2003; Lingefjard, 2006). Matematiksel modelleme etkinliklerinin ne kadar önemli olduğu görüşünden yola çıkılarak ortaöğretim öğrencilere birtakım modelleme etkinlikleri uygulanmış, uygulanan bu etkinlikler sonunda öğretmenle yapılan görüşmeler ve doküman incelemeleri bize göstermiştir ki; öğrenciler gerçek hayat problemlerinin çözümünde birçok farklı çözüm yaklaşımı kullanmışlardır. Bu çözüm yaklaşımlarıyla öğrencilerin matematiksel modelleme etkinliklerinin çözümünde cebirsel, şekilsel, grafiksel, tablosal gösterimlerinden ve sözel olarak yaklaşımlardan faydalanarak çözüm yolları geliştirdikleri ve anladıklarını bu gösterimlerle anlamlandırmaya çalıştıkları görülmüştür. Christou (2007) ve Mousoulides, Sriraman matematiksel modelleme sürecinde birçok farklı yol kullanılarak sonuç ya da sonuçlara erişilebileceğine ve bu süreçte yine birçok farklı gösterim şekillerinden yararlanılabileceğini vurgulamışlardır. Matematiksel modelleme uygulaması sonunda öğrenciler, matematiksel bir model oluşturmaktan daha çok sözel olarak tahmin yürütme yoluna gitmişlerdir. Model oluşturma etkinliklerinin (MOE) uygulanması neticesinde öğrencilerden ilk etkinlikte yalnızca bir tanesinin, ikinci etkinlikte iki, üçüncü etkinlikte altı öğrencinin Berry ve Houston'un matematiksel modelleme süreci basamaklarını takip ederek sonuca ulaştığı, son etkinlikte ise hiçbir öğrencinin süreci tamamlayamadığı görülmüştür. Öğrenciler modelleme süreci basamaklarından özellikle "Problemi Çözme" ve "Çözümü Yorumlama" yani sürecin son basamaklarında yetersiz kaldıkları sonucuna ulaşılmıştır. Ural (2014), Berry ve Houston (1995)' nın ortaya koyduğu matematiksel modelleme süreci basamakları esas alınarak "Problemi Anlama", "Değişkenleri Seçme", "Matematiksel Bir Model Oluşturma", "Problemi Çözme", ve "Çözümü Yorumlama" basamakları yönünden bakılmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin büyük çoğunluğu uygulanan gerçek dünya problemini anlamada, matematiksel olarak ifade etmede, matematiksel olarak bir model oluşturmakta, oluşturdukları bu modeli yorumlamada, aritmetik yerine cebiri kullanmada, sahip oldukları matematik bilgilerini gerçek dünya probleminin çözümü sürecine transfer etmekte yeteri kadar başarılı olamadıkları görülmüştür. Peter-Koop (2004) öğrencilerin problemi anlamalarının problemi çözmekte önemli olduğunu ve genellikle öğrencilerin, modelleme sürecinin bu basamağında zorluk yaşadıklarını ifade etmişlerdir. (Graham ve Thomas, 2000; Balyta, 1999) öğrencilerin gerekli değişkenleri seçememeleri ve bu değişkenleri nasıl kullanacaklarını tam olarak bilmemeleri matematiksel modelleme sürecinde bir takım sorunlar yaşamalarına sebep olmuştur. Schaap, Vos ve Goedhart (2011) yapmış oldukları çalışmalarında matematiksel modelleme sürecinde problemin anlaşılması, modelin oluşturulmasında ve ilişkili değişkenlerin belirlenmesinde ve formüle etmede sorunların yaşandığını söylemişlerdir. (Tekin Dede ve Yılmaz 2013; Hıdıroğlu vd., 2014)'nin ortaöğretim öğrencilerinin matematiksel modelleme sürecinde en çok zorluk çektikleri basamakların yorumlama ve doğrulama basamakları olduğuna yönelik araştırma sonuçları elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Bu sonuç Berry ve Houston (1995), Peter-Koop (2004), Kapur (1982), ile Sekerak'ın (2010) belirttiği, öğrencilerin ulaştıkları matematiksel sonuçların gerçek hayat durumlarındaki uygunluklarını sorgulamadıklarını ve yorumlamada yapmadıkları şeklindeki görüşleri ile de uyum göstermektedir. Öğrencilerin özellikle matematiksel modelleme süreci basamaklarından son iki basamağında yetersiz olmalarının sebebi problemin yapısı, gerçek hayat bağlamındaki deneyimlerindeki eksiklikler ve öğrencilerin bu tarz uygulamalara çok fazla alışık olmalarından kaynaklanabilir (Hıdıroğlu vd., 2014). Clement'in (1982)'de belirttiği gibi öğrencilerin elde ettikleri çözümleri yorumlamayı seçmemelerinin sebebinin, öğrencilerin problemlerde genellikle sonuç odaklı bir çözüme alışık olmalarından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

5.1.2. Matematik Öğretmeninin Matematiksel Modellemeye Yönelik Bakış Açısı, Yeterliği ve Farkındalığı ile İlgili Sonuçlar

Matematik öğretmeninin matematiksel modelleme ile ilgili daha önce eğitim almadığı, sınıf içinde etkin bir şekilde modelleme etkinliklerini uygulayamadığı sonucuna ulaşılmış, modelleme etkinlikleri sürecinde öğretmenin sergilemesi gereken rolden uzak olduğu gözlemlenmiştir. Elde edilen bulgular göstermektedir ki, katılımcı matematik öğretmeni matematiksel modelleme etkinlikleri ile daha önce karşılaşmamış olup, modellemeden derslerinde faydalanmamaktadır. Bu bulgu, alan yazında yer alan öğretmenlerin birçoğunun matematiksel modelleme hakkında bilgi sahibi olmadığı ve derslerinde modellemeyi kullanmadığı sonuçları ile uyum göstermektedir (Akgün vd., 2013; Blum, 2002). Ayrıca, Akgün vd. (2013) ve Bilen ve Çiltaş'ın (2015) çalışmalarında belirttiği gibi öğretmenlerin matematiksel modellemeye yönelik yeterli bilgiye sahip olmadıkları görüşü sonucumuzu desteklemektedir. Öğretmen tarafından model ve modelleme kavramlarının tam olarak bilinmediği, model, modelleme, matematiksel model ve matematiksel modelleme kavramlarını karıştırıldığı anlaşılmış, bu kavramların ne demek olduğu hakkında net bir bilgisinin olmadığı görülmüştür. Elde edilen bu sonuç Akgün ve diğerlerinin (2013) "öğretmenlerin matematiksel modelleme ile ilgili yeterli bilgiye sahip olmadıkları, bununla birlikte model, modelleme, matematiksel model ve matematiksel modelleme kavramlarını karıştırdıkları ve matematiksel modellemeyi derslerinde yeteri kadar kullanmadıkları görülmüştür" sonucu ile benzerlik göstermektedir. Kertil (2008), lise müfredatında modelleme etkinliklerinin kullanılabilmesi için öncelikle öğretmenlerin modelleme etkinliklerinin gerektirdiği donanıma sahip olmasının önemini belirtmiştir.

Katılımcı matematik öğretmene göre öğrencilerin karşılaştığı en büyük güçlük, sorunun anlaşılmaması olmuştur. Soruyu anlayanların ise anladıklarını matematiksel olarak anlamlandıramadıklarını belirtmiştir. Ayrıca öğretmenin, matematiksel modelleme etkinliklerinin asıl amacına yönelik bilgisinin yetersiz olduğu görülmüştür. Öğretmenlerimizin rolü problemde verilenlerin belirlenmesi, problemde ulaşmaya çalıştığımız amacın tespit edilmesi ve verilenlerden amaca götürecek prosedür bulunmasında öğrenciye yardımcı olmak yerine yani klasik problem çözmedeki rollerinin tersine gruplara problem üzerinde çok yönlü düşünmelerini, problem durumunu açıklayıp bu durumları yorumlamalarını, hipotezler geliştirip test etmelerini, elde ettikleri çözüm ya da modelleri yeniden gözden geçirip fazlalıklardan arındırarak düzenleme yapmalarını sağlayacak fırsatlar sunmak olmalıdır (Zawojewski ve Lesh, 2003).

Öğretmenin, gerçek hayatla anlattığı konu arasında konu yoğunluğundan dolayı ilişki kurmadığı ancak öğrencilerin anlatılan konuların günlük hayatta ne işe aradığını sorguladıkları anlaşılmıştır. Öğretim programının yoğun olması, modellemeyi öğretmenlerin derslerde kullanmalarına engel olduğu belirlenen faktörler arasında yer aldığı görülmektedir (Akgün vd., 2013; Ören Vural ve diğerleri, 2013). Matematiksel modelleme uygulaması sürecinde öğretmenin rolünün, öğrenciye yol göstererek onu yönlendirmek olduğunu söylemiş, ancak uygulama esnasında bu yönde eylemlerde bulunmadığı görülmüştür. Öğretmen, öğrencilerin sınıfta uygulanan etkinlikleri bireysel olarak çözmelerini istediği gözlemlenmiştir. Matematik derslerinde çok uzun süre sadece öğretmenlerini dinleyip onların kendilerinden yapmalarını istedikleri şeyleri yapan öğrenciler, bu şekilde kendi başlarına düşünce üretme becerilerinin engellenmesine neden olabilmektedir (Yu ve Chang, 2009). Ayrıca sınıflardaki sıraların yere sabitlendiği yani grup çalışmasına uygun dizayn edilmediği, grup çalışmasına uygun bir ortam tasarlanmadığı görülmüştür. Matematiksel modelleme sürecinde günlük hayattaki bir durumdan yola çıkarak bir matematiksel model oluşturulması, bu modelin doğruluğunun kontrol edilmesi, bu modelden yola çıkarak tahminlerde bulunulması ve gerçek hayatla ilgili yorumlar yapılabilmesi için öğrencilerin gruplar halinde çalışmaları gerekmektedir. Grup çalışmasında öğrencilerin öğretmene dönük olarak oturmaları değil iletişim kurabilecekleri bir oturma düzeninin olması çalışmayı kolaylaştırır (Deniz ve Aygün, 2014).

5.1.3. Ortaöğretim Öğrencilerinin Matematiksel Modellemeye Yönelik Bakış Açıları, Yeterliği ve Farkındalığı ile İlgili Sonuçlar

Öğrenciler uygulanan matematiksel modelleme problemlerinin kesin bir çözümü olmadığından bir çok varsayımı içinde bulunduran, üst düzey düşünme gerektiren mantık soruları olarak tanımlamışlardır. Öğrenciler matematiksel modelleme problemlerini daha çok mantıksal sorular ve günlük hayatla ilişkili sorular olarak tanımlamışlardır. Bunları takip eden cevaplar ise bu soruların düşünmeye yönelik, kesin bir cevabı olmadığı ve daha önce hiç karşılaşmadıkları türden olduğu yönünde olmuştur. Ayrıca öğrenciler daha önce bildikleri yani alışık oldukları matematik problemlerinden farklı olduğunu, bu tür soruların benzerleriyle karşılaşmadıklarını, daha önce gördükleri problemlerin formüle dayalı olduğunu, bu problemlerin alıştıklarının dışında kendilerini düşünmeye sevk ettiğini bu nedenle çözümünde zorlandıklarını belirtmişlerdir. Eraslan ve Kant (2015) ile Blum ve Borromeo-Ferri (2009)'ye göre öğrenciler hem okul hem de okul dışındaki ortamlarında modelleme etkinlikler ile fazla karşılaşmadıklarından bu tarz problemlere alışık olmayıp, problem durumları üzerinde düşünmeden ve problemi anlamadan direkt olarak çözüme yönelmektedirler. Öğrencilerin büyük bir çoğunluğu MOE'nin gerçek hayatla ilişkili olduğunu söylemiştir. Öğrencilerin modelleme süreci basamaklarını takip etmedikleri ve bu basamaklar hakkında bilgi sahibi olmadıkları görülmüştür. Öğrencilerin büyük bir çoğunluğu matematiksel modelleme problemlerinin gerçek hayatla ilişkisinin olduğunu, öğrencilerden yalnızca 1 tanesi MMP'nin gerçek hayat durumları ile ilişkinin bulunmadığını söylemiştir.

5.2. Öneriler

Bu kısımda elde edilen sonuçlara dayalı olarak matematiksel modellemenin öğrenim aşamalarında daha çok yer verilerek, öğrencilerin günlük yaşamda karşılaştıkları bu problemlere bu bilgileri transfer edebilme becerilerinin geliştirmesini sağlayacak, öğretmenler içinde kendilerini bu kapsamda geliştirmelerine katkı sunarak, derslerinde daha yoğun ve etkin bir şekilde faydalanmalarını sağlayacak birtakım önerilerde bulunulmuştur.

5.2.1. Matematik Öğretmenleri İçin Öneriler

- ✓ Ortaöğretim öğrencilerine matematiksel modelleme süreci konusunda bilgi verilerek, matematiksel modelleme sürecinde kullanacakları basamaklara ilişkin farkındalıkları sağlanabilir.
- ✓ Matematiksel modelleme etkinliklerinde öğrencilerin çözüme ulaşması için yeterince zaman verilmelidir.
- ✓ Ortaöğretim öğrencilerinin matematiksel modelleme süreci sonunda ortaya koydukları çözüm yaklaşımları sınıf ortamında tartışılabilir.
- ✓ Ortaöğretim öğrencilerinin modelleme becerilerinin geliştirilmesi ve modelleme basamaklarında zengin çözüm yaklaşımları ortaya koyabilmeleri için sınıfta daha farklı matematiksel modelleme etkinlikleri uygulanabilir.
- ✓ Öğrencileri etkinlik sürecinde farklı düşünmeleri ve daha farklı çözüm yaklaşımlarını bulmaları için cesaretlendirilebilir. Öğretmen bu süreçte öğrenciler için doğru bir rehber olabilmesi için muhtemel çözüm yaklaşımlarını daha önceden belirlemeli ve öğrencileri farklı çözüm

yaklaşımlarını keşfetmeleri için kendi çözümleri dışındaki farklı çözüm yollarına yönlendirerek onları desteklendirebilir.

- ✓ Matematiksel modelleme etkinliği sürecinde gerekli materyaller (hesap makinesi, cetvel vb.) sınıf içinde hazır bulundurulabilir. Öğrencilerin bu ve benzeri materyalleri kullanmaları için dikkat çekilebilir.
- ✓ Öğrencinin; araştırıcı, yönetici ve özelliklede sorgulayıcı olmalarının sağlanması için etkinlik aşamasında öğrencilere rehber ve danışmanlık rolünde bulunulabilir.
- ✓ Öğretmenler, öğrencilerin daha çok düşünebilmesine, açıklama getirebilmesine ve yorumlayabilme yeteneklerinin geliştirilmesine olanak sağlayacak şekilde öğretim yöntemlerini yeniden gözden geçirmelidirler.
- ✓ Öğrencilerde matematiksel modelleme becerisinin gelişimi için sınıfta yapılan modelleme etkinliklerinin grup çalışması şeklinde yürütülmelidir.

5.2.2.Öğrenciler İçin Öneriler

- ✓ Matematiksel modelleme etkinlikleri uygulama sürecinde hayal güçlerinin sınırının zorlamaları fikirlerini açıkça çekinmeden ortaya koyabilmeleri gerekliliği önerilebilir.

5.2.3.Araştırmacılar İçin Öneriler

- ✓ Öğrencilere matematiksel modelleme becerilerini geliştirmeye yönelik etkinliklere ortaöğretim programında daha fazla yer verilmesinin sağlanılması için ortaöğretim öğrencilerinin seviyelerine uygun yeni etkinlikler tasarlanabilir.
- ✓ Matematiksel modelleme üzerinde çalışan akademisyenler tarafından ortaöğretim matematik öğretmenlerine eğitim verilebilir.
- ✓ Modelleme programlarını sınıfta uygulayan tüm öğretmenlere modelleme etkinliklerinin yapısı, uygulaması ve önemi hakkında hizmet içi eğitim verilebilir.
- ✓ Öğretmen yetiştirme programlarında da matematiksel modelleme derslerine yer verilmesi ile ilgili çalışmalar yapılabilir.
- ✓ Öğrencilerin ve öğretmenlerin matematiksel model ve modellemeye yönelik farkındalıklarını arttırmak amacıyla ders kitaplarında bu kavramlara daha fazla yer verilmesinin faydalı olacağı önerilebilir.

KAYNAKÇA

Akgün, L., Çiltaş, A., Deniz, D., Çiftçi, Z. ve Işık, A. (2013). İlköğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme ile ilgili farkındalıkları. Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 6(12), 1-34.

Altun, M. (2000). Matematik Öğretimi. Bursa: Alfa Yayınları.

Altun, M. (2005). Eğitim fakülteleri ve ilköğretim öğretmenleri için matematik eğitimi (7. Baskı). Bursa: Aktüel Yayınevi.

Balyta, P. (1999). The effects of Using Motion Detector Techonology to Develop Conceptual Understanding of Functions Through Dynamic Representation in Grade 6 Students, A Thesis in the Department of Mathematics and Statistics. Presented in Partial Fulfilment of the Requirements for the Degree of Master in the Teaching of Mathematics at Concordia University, Montreal, Quebec, Canada.

Berry, J. (2002). Developing mathematical modelling skills: The role of CAS. Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, 34(5), 212-220.

Berry, J. and Houston, K. (1995). Mathematical modelling. Bristol: J. W. Arrowsmith Ltd.

Biembengut, M. S. (2007). Modelling and applications in primary education. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn& M. Niss (Eds.), Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI Study (pp. 451-456). New York: Springer.

Bilen, N. ve Çiltaş, A. (2015). Ortaokul matematik dersi beşinci sınıf öğretim programının öğretmen görüşlerine göre matematiksel model ve modelleme açısından incelemesi. EKafkas Eğitim Araştırmaları Dergisi, 2(2).

Blum, W. and Ferri, R. B. (2009). Mathematical modeling: Can it be taught and learnt? Journal of Mathematical Modelingand Applications, 1(1), 45-58.

Blum, W. (1996). Anwendungsbezüge im Mathematikunterricht - Trends und Perspektiven. Schriftenreihe Didaktik der Mathematik, 23, 15-38.

Blum, W. (2002). ICMI Study 14: Applications and modelling in mathematics education- discussion document. Zentralblattfür Didaktik der Mathematik, 34(5), 229-239.

Blum, W. (2011). Can modelling be taught and learnt? Some answers from empirical research. In G. Kaiser, W. Blum, R. B. Ferri and G. Stillman (Eds.), Trends in teaching and learning of mathematical modelling: ICTMA 14 (pp. 15-30). Netherlands: Springer.

Blum, W., Kaiser G., (1997). Vergleichende empirische Untersuchungen zu mathematischen Anwendungsfähigkeiten von englischen und deutschen Lernenden. Unpublished application to Deutsche Forschungsgesellschaft.

Blum, W. and Ferri, R. B. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt?. Journal of mathematical modelling and application, 1(1), 45-58.

Blum, W. and Niss, M. (1989). Mathematical problem solving, modelling, applications and link stoot her subjects-state, trends and issues in mathematics instruction. Mathematische Schriften Kassel, Vordruck-ReihedesFachbereichs 17 der GhK, PreprintNr. 6/89.

Borromeo-Ferri, R. B. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. In Kaiser, G., Sriraman B. ve Blomhoij, M. (Eds.) Zentralblattfür Didaktik der Mathematik.38(2), 86-95.

Borromeo-Ferri, R. B. (2007). Personal Experiences and Extra-Mathematical Knowledge as an Influence Factor on Modelling Routes of Pupils. CERME 5 (2007) Working Group 1. 20802089.

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

Bukova Güzel, E., Tekin Dede, A., Hıdıroğlu, Ç. N., Kula Ünver, S., Özaltun Çelik, A. (2018). Matematik Eğitiminde Matematiksel Modelleme (Araştırmacılar, Eğitimciler ve Öğrenciler İçin), 2.Baskı. Ankara: Pegem Akademi.

Büyüköztürk,Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., Demirel, F. (2017). Bilimsel Araştırma Yöntemleri, 23. Baskı. Ankara: Pegem Akademi.

Carreira, S. and Baioa, A. M. (2011). Students' modelling routes in the context of object manipulation and experimentation in mathematics. In G. Kaiser, W. Blum, R. B. Ferri and G. Stillman (Eds.), Trends in teaching and learning of mathematical modelling: ICTMA 14 (pp. 211-220). Netherlands: Springer.

Chamberlin, M. (2004). Design Principles for Teacher Investigations of Student Work. Mathematics Teacher Education and Development, 6, 52-65.

Chamberlin, S. A. and Coxbill, E. (2012). Using model-eliciting activities to introduce upper elementary students to statistical reasoning and mathematical modelling.

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.

Chan, E. C. M. (2008). Using model-eliciting activities for primary mathematics classrooms. The Mathematics Educator, 11(1), 47-66.

Cheng, A. K. (2001). Teaching mathematical modelling in Singaporeschool. The Mathematics Educator, 6(1), 63-75.

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

Cobb, P. (2002). Modeling, symbolizing, and tool use in statistical data analysis. In Gravemeijer, K., Lehrer, R., Oers, B. & Verschaffel, L. (Eds.). Symbolizing, Modeling and Tool Use in Mathematics Education, 171-195. Kluwer Academic Publishers. Netherlands

Crouch, R. M. and Haines, C. R. (2004). Mathematical Modelling: Transitions Between The Real World And The Mathematical Model. International Journal of Mathematics Education in Science and Techonology, 35(2), 197-206.

Çetinkaya, B., Şen, A., Baş, S. (2008). "Integrating Mathematical Modeling and Technology in Teaching and Learning Mathematics", 8th International Educational Technology Conference, Anadolu University, I.E.T.C.

Çiltaş, A. (2011). Dizi ve seriler konusunun matematiksel modelleme yoluyla öğretiminin ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının öğrenme ve modelleme becerileri üzerine etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi. Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Çiltaş, A. (2012). The effect of the mathematical modelling method on the level of creative thinking. The New Educational Review, 30(4), 103-114.

Çiltaş, A. (2017). Türkiye'de Matematik Eğitimi Alanında Yayınlanan Matematiksel Model ve Modelleme Araştırmalarının Betimsel İçerik Analizi. Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi, 258-283.

Deniz, D. Akgün, L. (2014). Ortaöğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme yöntemine uygun etkinlik oluşturabilme ve uygulayabilme yeterlikleri. Doktora tezi. Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

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.

Doerr, H. M., Tripp, J. S. (1999). "Understanding how Students Develop Mathematical Models", Mathematical Thinking and Learning, 1, 231-254.

Dorin, H., Demin, P. E. and Gabel, D. (1990). Chemistry, the study of matter. Englewood cliffs, NJ: Prentice Hall, Inc., 3 Edition.

Doruk, B. K. (2010). Matematiği günlük yaşama transfer etmede matematiksel modellemenin etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi. Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Doruk, B.K. ve Umay, A. (2011). Matematiği Günlük Yaşama Transfer Etmede Matematiksel Modellemenin Etkisi. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, sayı:41.

English, L. D. (2006). Mathematical modeling in theprimaryschool: Children'sconstruction of a consumerguide. Educational Studies in Mathematics, 63 (3), 303-323.

Eraslan, A. and Kant, S. (2015). Modeling processes of 4th-year middle-school students and the difficulties encountered. Educational and Sciences: Theory and Practice, 15(3), 809-824.

Erbaş A., Kertil, M., Çetinkaya, B., Çakıroğlu, E., Alacacı, C. ve Baş, S. (2014). Matematik eğitiminde matematiksel modelleme: temel kavramlar ve farklı yaklaşımlar. Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri [EducationalSciences: Theory&Practice], 14(4), 1-21.

Erbaş, K. A., Çetinkaya, B., Alacacı, C., Çakırğolu, E., Aydoğan Yenmez, A., Şen Zeytun, A., vd. (2016). Lise matematik konuları için günlük hayattan modelleme soruları. Ankara: Türkiye Bilimler Akademisi.

Ertekin, A. B., Kurt, A., Demirbaş, O., Erkuş, S. (2018). Ortaöğretim Fen Lisesi 9.Sınıf Kimya Ders Kitabı, Ankara: MEB Yayınları.

Fox, J. L. (2006). A justification formathematical modellingexperiences in the preparatory classroom. Proceedings of the 29th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia. 1, 221-228.

Fox, L. J. (2006, July). A justification for mathematical modelling experiences in the preparatory classroom. Paper presented at the 9th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia, Canberra, Australia.

Freudenthal, H., (1973). Mathematics as an EducationalTask, Dordrecht: Riedel.

Galbraith, P. (2012). Models of modelling: Genres, purposes or perspectives. Journal of Mathematical Modelling and Application, 1(5), 3–16.

Gilbert, J. K., Boulter, C. J. and Elmer, R. (2000). Positioning models in science education and in design and Technology education. In Gilbert J. K. & Boulter C. J. (Eds.), Developing models in science education, 3(17), Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Graham, A. T. and Thomas, M. O. J. (2000). Building a Versatile Understanding of Algebraic Variables with a Graphic Calculator. Educational Studies in Mathematics, 41, 265282.

Gravemeijer, K. and Stephan, M. (2002). Emergent models as an instructional design heuristic. In Gravemeijer, K., Lehrer, R., Oers, B. & Verschaffel, L. (Eds.). Symbolizing, Modeling and Tool Use in Mathematics Education, (pp. 145-169). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Graverneijer, K. and Doorman, M. (1999). Context problems in realistic matheraatics education: A calculus course as an example. Educational Studîes in Mathematics, 39' 111-129.

Haines, C. and Crouch, R. (2007). Mathematical modeling and applications: Ability and competence frame works. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. Henn, & M. Niss (Eds.), Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI study (pp. 417-424). New York, NY: Springer.

Harrison, G. A. (2001). How Do Teachers and Textbook Writers Model Scientific İdeas for Students? Research in Science Education, 31, 401-435.

Harrison, G. A. and Tregaust, F. D. (2000). "A Typology of Science Models", International Journal of Science Education, Vol. 22, no. 9, 1011-1026.

Hestenes, D. (2010). Modeling theory for math and science education. In R., Lesh, , P. L. Galbraith, C. R. Haines and A. Hurford (Eds.), Modeling students' mathematical modeling competencies (ICTMA 13) (pp. 13-41), New York: Springer.

Hıdıroğlu, Ç. N. (2012). Teknoloji Destekli Ortamda Matematiksel Modelleme Problemlerinin Çözüm Süreçlerinin Analiz Edilmesi: Yaklaşım ve Düşünme Süreçleri Üzerine Bir Açıklama. Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Hıdıroğlu, Ç.N., Tekin Dede, A., Kula, S., ve Bukova Güzel, E. (2014). Öğrencilerin kuyruklu yıldız problemi'ne ilişkin çözüm yaklaşımlarının matematiksel modelleme süreci çerçevesinde incelenmesi. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 31, 117.

Hodgson, T. (1995). "Secondary Mathematics Modeling: Issues and Challenging", School Science and Mathematics, 95 (7), 351-358.

Huang, C. H. (2012). Promoting Engineering Students' Mathematical Modeling Competency. Sefi 40th Annual Conference, 23-26 September 2012, Thessaloniki: Aristotle University.

Justi, S. R. and Gilbert, K. J. (2002). Modelling teachers' views on the nature of modelling and implications for the education of modellers. International Journal of Science Education, 24(4), 369-387.

Kaiser, G. (1995). Realitätsbezüge im Mathematikunterricht. Ein Überblick über die aktuelle und historische Diskussion. In G. Graumann, T. Jahnke, G. Kaiser, & J. Meyer (Eds.), Materialien für einen realitätsbezogenen Mathematikunterricht, (Vol. 2, pp. 66-84). Hildesheim: Franzbecker.

Kaiser, G. (2005). Introduction to the Working Group Applications and Modelling. Proceedings of CERME 4, Sant Feliu de Guíxols, Spain.

Kaiser, G. and Sriraman, B. (2006). A Global Survey of International Perspectives on Modelling in Mathematics Education. Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, 38(3), 302-310.

Kaiser, G., Blomhøj, M. and Sriraman, B. (2006). Towards a didactical theory for mathematical modelling, Zentralblatt Für Didactik Der Mathematic, 38 (2), 82 – 85.

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 Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 13(2), 185-192.

Kapur, J. N. (1998). Mathematical modeling. New age international (P) Ltd., Publishers, New Delhi.

Kertil, M. (2008). Matematik öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin modelleme sürecinde incelenmesi. Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Keskin, Ö. (2008). Ortaöğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Yapabilme Becerilerinin Geliştirilmesi Üzerine Bir Araştırma. Doktora tezi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı, Matematik Eğitimi Bilim Dalı. Ankara

King, J. P. (2004). Matematik Sanatı (N. Arık, Çev.). Ankara: Gökçe Ofset. 15. Basım

Korkmaz, E., Gür, H. (2010). İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modellemeye yönelik görüşleri ve matematiksel modelleme yeterlikleri. Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.

Lamberts, K. (2005). Mathematical modelling of cognition. In K. Lamberts& R. L. Goldstone (Ed.) Handbook of Cognition. London: Sage Yayınları.

Lehrer, R. and Schauble, L. (2007). A develop mental approach for supporting the epistemology of modeling. In W. Blum, P. L. Galbraith, H-W. Henn, & M. Niss (Eds.), Modeling and applications in mathematics education (pp. 153-160). New York, NY: Springer.

Lesh, R. A. and Doerr, H. M. (2003). Foundations of models and modeling perspective on mathematics teaching, learning, and problem solving. In R. Lesh and H. M. Doerr (Eds.), Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching (pp. 3-33). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Lesh, R. and Harel, G. (2003). Problem Solving, Modelling and Conceptual Development. Mathematical Thinking and Learning, 5 (2), 157-189.

Lesh, R. A. and Zawojewski, J. S. (2007). Problem solving and modeling. In F. Lester (Ed.), Second Handbook of research on mathematics teaching and learning (pp.763-804). Greenwich, CT: Information Age Publishing.

Lesh, R., Lester, F. K., Hjalmarson, M. (2003). "A Models and Modeling Perspective on Metacognitive Functioning in Everyday Situations Where Problem Solvers Develop Mathematical Constructs", Beyond Constructivism, p.383-405.

Lesh, R., Hoover, M., Hole, B., Kelly, A. and Post, T. R. (2000). Principles for Developing Thought- Revealing Activities for Students and Teachers. In A. Kelly, and R. Lesh (Eds.), Research Design in Mathematics and Science Education (pp. 591-646). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc..

Lesh, R. and Fennewald, T. (2010). Introduction top part I Modeling: what is it? Why do it?, In R., Lesh, , P. L. Galbraith, C. R. Haines and A. Hurford (Eds.), Modeling students’ mathematical modeling competencies (ICTMA 13) (pp. 5-10), New York: Springer.

Lesh, R. and Yoon, C. (2007). What is distinctive in (our views about) models & modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching? In W. Blum, P.L. Galbraith, H.-W. Henn, & M. Niss (Eds.), Modelling and applications in mathematics education (pp. 161–170). New York, NY: Springer.

Lingefjärd, T. and Holmquist, M. (2005). Toassess students’ attitudes, skills and competencies in mathematical modeling. Teaching Mathematics and Its Applications, 24, 123-133.

Lingefjard, T. (2000). Mathematical modeling by prospective teachers by using technology. Basılmamış doktora tezi.

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

Lingefjärd, T., 2007. Mathematical Modelling in Teacher Education- Necessity or Unnecessarily, Ed: W. Blum, P.L. Galbraith, H.W. Henn, M. Niss, Modelling and Applications in Mathematics Education: 14 th ICMI Study, New York: Springer, 333-340.

Maaß, K. (2004). Mathematisches modellieren im unterricht. Hildesheim: Franzbecker.

Maaß, K. (2006). WhatareModellingCompetencies? Zentralblattfür Didaktik der Mathematik. 38 (2),113-142.

Millwood, R. and Stevens, M. (1990). What is the modeling curriculum? Computers Educations,15(1-3), 249-254.

Mousoulides, N., Sriraman, B. and Christou, C. (2007). From problem solving to modellIng – the emergence of models and modelling perspectives. Nordic Studies in Mathematics Education, 12(1), 23–47.

Mousoulides, N. and English, L. D. (2008). Modeling with data in Cypriot and Australian classrooms. The 32nd International Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Vol. 3, (pp 423-430). Morelia, Mexico.

Mousoulides, N. G., Christou, C., Sriraman, B. (2008). A Modeling Perspective on the Teaching and Learning of Mathematical Problem Solving. Mathematical Thinking and Learning, 10(3), 293 - 304.

Mumcu, H.Y. ve Baki, A. (2017). Matematiği kullanma aktivitelerinde matematiksel modellemenin yorumlanması Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 36(1), 7-33.

Niss, M. (1988). Theme Group 3: Problem Solving, Modeling, And Applications. In A. Hirstand K. Hirst (Eds.), Proceedings of The Sixth International Congresson Mathematical Education (pp. 237-252). Budapest, Hungary: JánosBolyai Mathematical Society.

Nyman, M. A. and Berry, J. (2002). Developing transferable skills in undergraduate mathematics students through mathematical modelling. Teaching Mathematics and Its Applications, 21(1), 29-45.

Ören Vural, D., Çetinkaya, B., Erbaş, A. K., Alacacı, C. ve Çakıroğlu, E. (2013). Lise matematik öğretmenlerinin modelleme ve modellemenin matematik öğretiminde kullanılmasına yönelik düşünceleri: Bir hizmet içi eğitim programının etkisi. I. Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Sempozyumu'nda sunulmuştur, Trabzon.

Özer, A.Ö. ve Bukova Güzel, E. (2016). Öğrenci, Öğretmen Adayı ve Öğretmenlerin Bakış Açısından Matematiksel Modelleme Problemleri. Manisa Celal Bayar Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi Cilt: 4, Sayı: 1, s.57-73.

Özgün, D. (2012). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının problem çözme sürecinde ürettiği matematik modellerinin nitel bir yaklaşımla incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.

Özturan Sağırlı, M. 2010. Türev Konusunda Matematiksel Modelleme Yönteminin Ortaöğretim Öğrencilerinin Akademik Başarıları ve Öz- düzenleme Becerilerine Etkisi, Doktora tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Atatürk Üniversitesi, Erzurum

Öztürk, H. K. (2019). Eğitimde Araştırma Yöntemleri (Ed. K. Yılmaz, R. S. Arık), (1. Baskı). Pegem Akademi, Ankara.

Patton, M. Q. (1987). How To Use Qualitative Methods in Evaluation. Newbury Park, CA: Sage.

Patton, M. Q. (1990). Qualitative Evaluation and Research Methods. (2nd Edition), London, UK: Sage Publications.

Peter-Koop, A. (2004). Fermiproblems in primary mathematics classrooms: pupils' interactive modelling processes. In I. Putt, R. Farragher, ve M. McLean (Eds.), Mathematics education fort he Third Millenium: Towards 2010 (Proceedings of the 27th Annual Conference of theMathematics Education Research Group of Australasia, pp. 454-461). Townsville, Queensland: MERGA.

Pollak, H. (1979). The Interaction Between Mathematics and Other School Objects. In: New Trends in Mathematics Teaching, Vol. IV (Eds.: UNESCO), Paris, 232-248.

Schaap, S., Vos, P. and Goedhart, M. (2011). Students overcoming blockages while building a mathematical model: Exploring a framework. In G. Kaiser, W. Blum, R. B. Ferri and G. Stillman (Eds.), Trends in teaching and learning of mathematical modelling: ICTMA 14 (pp. 137-146). Netherlands: Springer.

Sekerak, J. (2010). Phases of mathematical modelling and competence of high school students. The Teaching of Mathematics, 13(2), 105-112.

Singer, M. (2007). Modelling both complexity and abstraction: A paradox?. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn and M. Niss (Eds.), Modelling and applications in mathematics education: 14 th ICMI Study (pp. 233-240). New York: Springer.

Sriraman, B. (2005, February). Conceptualizing the notion of model eliciting. Paper presented at the Fourth Congress of the European Society or Research in Mathematics Education, Sant Feliu de Guíxols, Spain.

Stacey, K. (1991). Teaching mathematical modelling. In J. O'Reilly, & S. Wettenhall (Eds.), Mathematics: IDEAS (pp. 221-227). Melbourne: Mathematical Association of Victoria.

Stillman, G. (2012). Applıcations and modelling research in secondary classrooms: What have we learnt? 12th International Congress On Mathematical Education Program. COEX, Seoul.

Stillman, G.,Galbraith, P., Brown, J. and Edwards, I. (2007). A Framework for Success in Implementing Mathematical Modelling in the Secondary Classroom. Mathematics: Essential Research, Essential Practice. 2, 688- 697.

Swan, M., Turner, R., Yoon, C. and Muller, E. (2007). The roles of modelling in learning mathematics. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn ve M. Niss (Eds.), Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI Study (pp. 275-284). New York: Springer.

Şen Zeytun, A. (2013), Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Süreçlerinin ve Bu Sürece Etki Eden Faktörlere İlişkin Görüşlerinin İncelenmesi (Yayımlanmamış Doktora Tezi), Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Taber, K.S. (2001). When the analog break down: Modelling the atom on solar system. Physics education, 36(3), 222-226.

Tekin Dede, A. ve Yılmaz, S. (2013). İlkoğretim matematik öğretmeni adaylarının modelleme yeterliliklerinin incelenmesi. Turkish Journal of Computer and Mathematics Education, 4(3), 185-206.

Tekin Dede, A. ve Bukova Güzel, E. (2013a). Matematik öğretmenlerinin model oluşturma etkinliği tasarım süreçleri ve etkinliklere yönelik görüşleri. Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 2(1), 300-322.

Tekin Dede, A. ve Bukova Güzel, E. (2014). Model Oluşturma Etkinlikleri: Kuramsal Yapısı ve Bir Örneği. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 33(1) 167-197

Treagust, F. D. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. International Journal of Science Education, 24(4), 357-368.

Ural, A. (2014). Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerinin incelenmesi. Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi, 23, 110-141.

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

Verschaffel, L., Greer, B. and De Corte E. (2002). Everyday knowledge and mathematical modeling of school word problems. In K. P. Gravemeijer, R. Lehrer, H. J. Van Oers, and L. Verschaffel (Eds.), Symbolizing, modeling and tool use in mathematics education. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, (pp. 171-195)-(pp. 257-276).

Voskoglou, M. G. (2006). The use of mathematical modelling as a tool for learning mathematics. Quaderni di Ricerca in Didattica, 16, 53-60.

Vries, G. (2001). "What is Mathematical Modelling?" University of Alberto. http://www.math.ualberta.ca/adresinden 12.08.2018 tarihinde alıntılanmıştır.

Yackel, E. (1995). Children's talk in inquiry mathematics classrooms. In P. Cobb & H.Bauersfeld (Eds.), The emergence of mathematical meaning: Interaction in classroom cultures (p. 131 – 162), Hillside NJ: Erlbaum.

Yanık, H. B., Bağdat, O. ve Koparan, M. (2017). Ortaokul öğretmen adaylarının matematiksel modelleme problemlerine yönelik görüşlerinin incelenmesi. Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi-Journal of Qualitative Research in Education, 5(1), 80-101.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2018). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri (11. Baskı) Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Yin, R. K. (2002). Case study research: Design and methods-(3. baskı). London: Sage Publication.

Yoon, C., Dreyfus, T. and Thomes, M. (2010). How high is the tramping track? Mathematising and applying in a calculus model-eliciting activity. Mathematics Education Research Journal, 22 (2), 141-157.

Yu, S. and Chang, C. (2009). What Did. Taiwan Mathematics Teachers Think Of Model-Eliciting Activities And Modeling? 14. International Conference On The Teaching Of Mathematical Modeling And Applications, ICTMA-14, University of Hamburg, Hamburg.

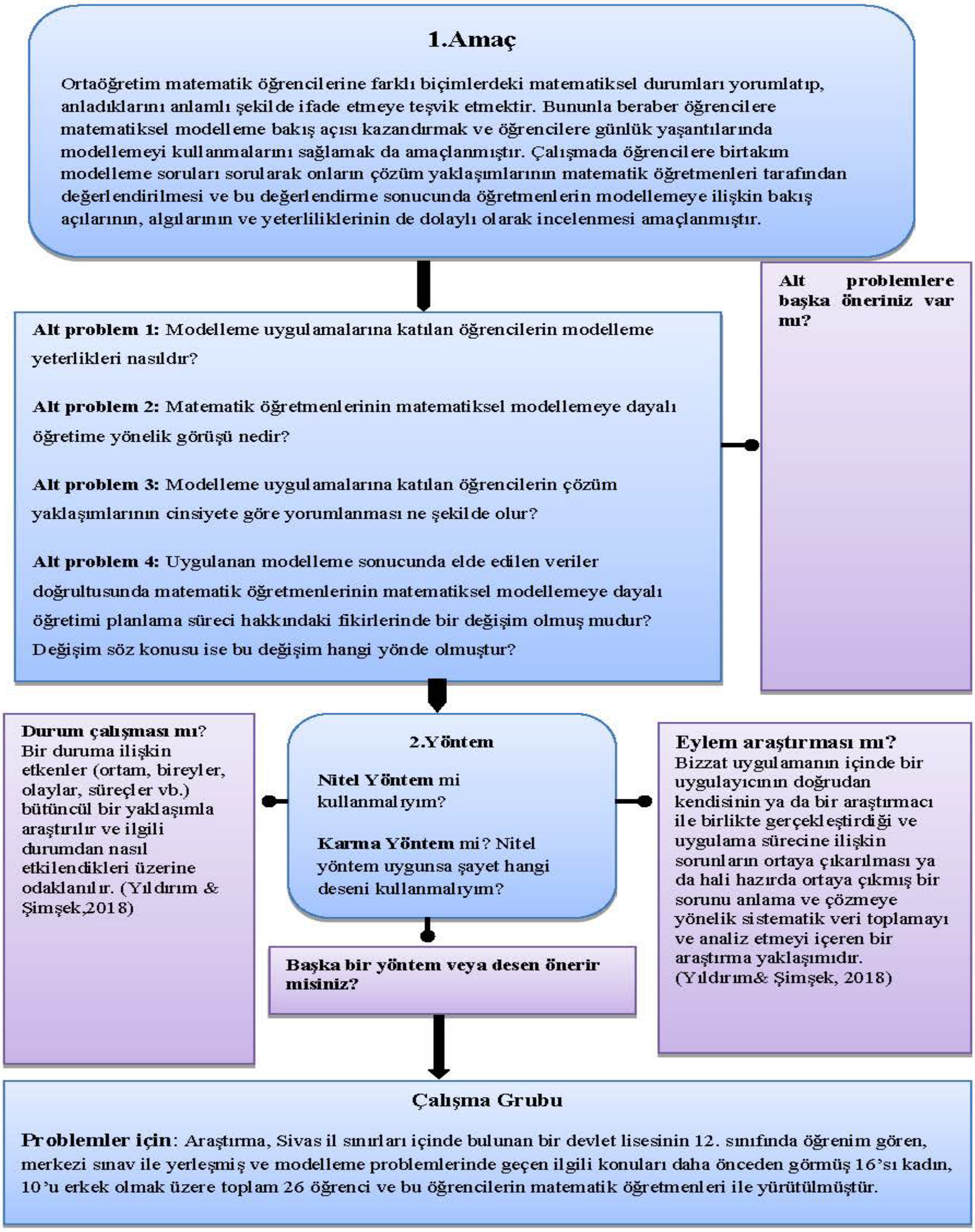
Zawojevski, S. J. and Lesh, R. (2003). A Models and Modeling Perspective on Problem Solving. R. Lesh ve H. M. Doerr (Eds.),Beyond Constructivism: A Models and Modeling Perspective on Mathematics Problem Solving, Learning ve Teaching içinde (s.317-336).Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

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, 69, 89-112.

EKLER LİSTESİ

Ek 1. Tez Akış Şeması

Tez Akış Şeması



Veri Toplama Araçları

- **1**- Gözlem
- **2**- Görüşme

Veri toplama araçlarına başka bir öneriniz var mı?

Verilerin Analizi

- **Betimsel istatistik:** Belirli bir gruba ait gözlemlere ilişkin sayısal verilerin özetlenmesi, düzenlenmesi ve sınıflanmasıyla ilgilenen istatistiktir.(Büyüköztürk, Çokluk, Köklük, 2016)

- **İçerik analizi:** İçerik analizinde temelde yapılan işlem, birbirine benzeyen verileri belirli kavramlar ve temalar çerçevesinde bir araya getirmek ve bunları okuyucunun anlayabileceği bir biçimde organize ederek yorumlamaktır. (Yıldırım ve Şimşek, 2018)

Verilerin analizi için başka öneriniz var mı?

Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları

- Gözlem yapılan ortamda kalma süresi uzatılarak gözlem yapılan ortamdaki bireyler üzerinde başlangıç etkisi azaltılacak, gözlem sayısı ve süresi uzatılarak gözlenilen sürecin bu şekilde kendi doğal ortamına geri dönmesi sağlanılmaya çalışılacak.
- Araştırma yaklaşımının geçerliliğini değerlendirmek, bir başka bakış açısıyla geri bildirimde bulunmak ve araştırma deseni, veri toplama ve analiz, sonuçlara ulaşma ve yorum aşamalarının geçerli ve tutarlı olmasına katkıda bulunması için araştırma konusu hakkında genel bilgiye sahip ve nitel araştırma yöntemleri konusunda uzmanlaşmış kişilerden çalışmayı çeşitli boyutlarıyla incelemeleri istenecek.

Son olarak eksik bulduğunuz, yapılmasını gerekli gördüğünüz bir yer/yerler var mı?

➢
➢
➢

Ek 2. Pilot Çalışma Matematiksel Modelleme Etkinlikleri

Cinsiyetiniz: ( )Bayan ( ) Bay

Sınıf:

PİLOT ÇALIŞMA MATEMATİKSEL MODELLEME ETKİNLİKLERİ

1) AYAK İZİ PROBLEMİ: Gece yarısı kuyumcuya giren hırsızlar çelik kasayı patlatarak soygun yaptı. Olay yerinde yapılan incelemede, şüphelilere ait herhangi bir parmak izine rastlanmazken yerde bulunan ayak izleri polis ekiplerinin dikkatini çekti.

Olay Yeri İnceleme Ekipleri tarafından fotoğrafları çekilen ve ölçüleri alınan ayak izleri, Kriminal Polis Laboratuvarı'na gönderildi. Teknik Fotoğraf ve Eşkal Tespit Bürosunda çalışan bir memur, bu ayak izlerine bakarak hırsızların boy ölçülerini tahmin etmeye çalışıyor. Sizin göreviniz bu memura ayak izi verilen bir kişinin boy ölçüsünü bulmanın genel bir yöntemini sunmak.

2) BANKA SOYGUNU: Önceki gece İstanbul'da bir banka şubesi kimliği belirsiz kişi ya da kişilerce elektriklerin kesik olduğu bir sırada soyuldu. Polis olay mahalline kısa sürede ulaştı, ancak soygunu yapan kişi ya da kişileri yakalayamadı. Olay yerindeki çeşitli kanıtları değerlendiren polis sabah saatlerinde Ahmet K. (35), Burak M. (24) ve Cem T. (34) adlı şüphelileri gözaltına alarak önce Emniyet Müdürlüğü'ne oradan da Adliyeye götürdü.

Adliyedeki savcı, sorgulamalardan şüphelilerin durumlarıyla ilgili aşağıdaki çıkarımlara ulaşmıştır:

- Eğer Ahmet suçsuzsa, hem Burak hem Cem suçludur.
- Ya Burak ya da Cem suçsuzdur.
- Ya Ahmet suçsuzdur ya da Burak suçludur.

Bu bilgiler ışığında savcı, şüphelilerin tutuklanma talebiyle mahkemeye sevkine ya da tahliyesine karar verecek. Savcı sizlerden, şüphelilerden kimin suçlu kimin suçsuz olduğuna karar vermede kullanabileceği bir yöntem önermenizi beklemektedir.

3) BENZİNİN İYİSİ HANGİSİ: Arabalar, motor tasarımlarına göre değişik oktanlı benzinlerle değişik verim düzeylerinde çalışabilmektedir. Tansel ve babası kendi arabaları için benzindeki oktan değerinin arabanın gideceği mesafeyi nasıl etkileyeceğini merak ediyorlar. Baba-oğul yüksek oktanlı benzin daha pahalı olduğundan aradaki farkın ödenmeye değer olup olmayacağına karar vermek için arabalarına iki farklı oktandan benzin alıp gidecekleri mesafeyi ölçmeye karar verdiler. İlk denemelerinde arabanın deposunu 95 oktan benzinle doldurup benzin hemen hemen bitinceye kadar arabayı kullanılıp gidilen mesafeyi kaydettiler. Daha sonra 97 oktanlı benzinle de aynı işlemi yaparak aşağıdaki tabloyu oluşturdular. Tablodaki verileri kullanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

Tablo 1. Tansel ve babasının bulguları

Benzin (oktan)	Benzin miktarı (litre)	Gidilen yol (km)	Ödenen Ücret (TL)
95	**32,6**	**470**	**128,77**
97	**34,9**	**518**	**139,25**

1. Alınan benzin miktarı ile gidilen yolu ve benzin miktarı ile ödenen para arasındaki ilişkileri matematiksel olarak ifade ediniz.
2. Yukarıdaki bilgilere göre benzindeki yüksek oktan, Tansel'lerin arabasının daha uzun yol gitmesini sağlıyor mu? Yanıtınızı matematiksel kanıtlarla destekleyin.
3. Piyasadaki benzin fiyatları oktanlarına göre değişmektedir. Sizce fiyat farkları bu araba için getirdiği avantaya değiyor mu? Cevabınızı matematiksel kanıtlarla destekleyin.
4. Tansel'in ağabeyi, kardeşiyle babasının yaptığı bu deneyi duyunca aldıkları benzinin oktanı dışında arabanın gittiği yolu etkileyen başka etkenler olabileceğini öne sürdü. Sizce bu etkenler (varsa) nelerdir, yazınız.

4) DERGİ SATIŞLARI: Üç ayda bir yayınlanan ve her sayısıyaklaşık 25.000 satılan Matematiksel Düşünce dergisinin satış fiyatı 5,5 TL'dir. Ancak üretim ve kağıt fiyatlarındaki artışlardan dolayı derginin satış fiyatına zam yapılması kaçınılmaz hale gelmiştir.

Yapılacak artışın dergi satışları üzerindeki olumsuz etkisini daha iyi anlayabilmek için okuyucular arasında bir araştırma yapılmıştır. Buna göre fiyatta yapılacak her 50 kuruşluk artışın 1.250 kişinin dergiyi almaktan vazgeçmesine sebep olacağı ön görülmektedir. Derginin yöneticilerinin yerinde olsaydınız yeni satış fiyatını kaç TL olarak belirlerdiniz?

5) HANGİ KONUTU ALMALI? : Aylık 2.700 TL net geliri ve kira hariç 1.200 TL sabit gideri olan Kerem Bey, kiracı olmaktan kurtulmak ve bir konut almak istiyor. Kerem Bey ve ailesinin birikmiş 25.000 TL'si var. Kerem Bey, tanıdığı birkaç emlakçının portföyünden ve internet ilanlarından yararlanarak almayı düşündüğü daireleri belirleyerek bunların bilgilerini Tablo 1'deki gibi düzenlemiştir.

Tablo 1. Satılık konutlar ve özellikleri

Özellikler	Satılık Konutlar				
	A	B	C	D	E
Konut tipi	Daire	Müstakil Ev	Daire	Müstakil Ev	Yazlık
Kapladığı alan (m^2)	110	100	200	180	80
Oda Sayısı	3+1	3+1	4+1	2+1	2+1
Binanın Yaşı	8	12	1	6	15
Binadaki kat sayısı	5	2	6	1	2
Bulunduğu kat	1	Müstakil	6	1	Müstakil
Merkeze uzaklığı (km)	10	6	3	4	18
Isıtma	Kombi	Soba	Kombi	Soba	Kombi
Fiyatı	90.000	140.000	120.000	135.000	85.000

Kerem Bey, konut alırken önemli olduğunu düşündüğü birkaç hususu da aşağıdaki gibi not etmiştir:

- Konutun kapladığı alan büyürse ısınma masrafı artar.
- Binanın yaşı ile sağlamlığı ters orantılıdır.
- Binanın şehir merkezine olan uzaklığı arttıkça fiyatı düşmektedir.

Kerem Bey, biriktirdiği parayı peşinat olarak vermeyi, geriye kalan kısmı ise bankadan kredi alarak ödemeyi düşünmektedir. Kredi için 4 bankayla görüşerek, bu bankaların kredi ve faiz oranlarını içeren bir tablo da oluşturmuştur (bkz. Tablo 2).

Tablo 2. Bankaların kredi faiz oranları

Kredi Tutarı (TL)	Vade (Ay)	Bankalar ve Faiz Oranları (%)			
		V Bankası	X Bankası	Y Bankası	Z Bankası
60.000-80.000	60	0,84	0,95	0,79	0,82
60.000-80.000	96	0,85	1,05	1,07	0,86
60.000-80.000	120	0,87	1,05	1,15	0,92
80.000-100.000	60	0,83	0,96	0,82	0,86
80.000-100.000	96	0,84	1,06	0,89	0,88
80.000-100.000	120	0,86	1,07	0,91	0,94
100.000-120.000	60	0,82	0,97	0,8	0,81
100.000-120.000	96	0,83	1,07	0,84	0,82
100.000-120.000	120	0,85	1,09	0,85	0,84

Kerem Bey'in sizin yardımınıza ihtiyacı vardır. Onun hangi konutu tercih etmesi ve hangi finansman alternatifini ve vadesini seçmesi gerektiğini nedenleri ile açıklayan bir model geliştiriniz.

Ek 3. Matematiksel Modelleme Etkinlikleri

Cinsiyetiniz: ( )Bayan ( ) Bay
Sınıf:
MATEMATİKSEL MODELLEME ETKİNLİKLERİ

1) AYAK İZİ PROBLEMİ: Gece yarısı kuyumcuya giren hırsızlar çelik kasayı patlatarak soygun yaptı. Olay yerinde yapılan incelemede, şüphelilere ait herhangi bir parmak izine rastlanmazken yerde bulunan ayak izleri polis ekiplerinin dikkatini çekti.

Olay Yeri İnceleme Ekipleri tarafından fotoğrafları çekilen ve ölçüleri alınan ayak izleri, Kriminal Polis Laboratuvarı'na gönderildi. Teknik Fotoğraf ve Eşkal Tespit Bürosunda çalışan bir memur, bu ayak izlerine bakarak hırsızların boy ölçülerini tahmin etmeye çalışıyor. Sizin göreviniz bu memura ayak izi verilen bir kişinin boy ölçüsünü bulmanın genel bir yöntemini sunmak.

2) BANKA SOYGUNU: Önceki gece İstanbul'da bir banka şubesi kimliği belirsiz kişi ya da kişilerce elektriklerin kesik olduğu bir sırada soyuldu. Polis olay mahalline kısa sürede ulaştı, ancak soygunu yapan kişi ya da kişileri yakalayamadı. Olay yerindeki çeşitli kanıtları değerlendiren polis sabah saatlerinde Ahmet K. (35), Burak M. (24) ve Cem T. (34) adlı şüphelileri gözaltına alarak önce Emniyet Müdürlüğü'ne oradan da Adliyeye götürdü.

Adliyedeki savcı, sorgulamalardan şüphelilerin durumlarıyla ilgili aşağıdaki çıkarımlara ulaşmıştır:

- Eğer Ahmet suçsuzsa, hem Burak hem Cem suçludur.
- Ya Burak ya da Cem suçsuzdur.
- Ya Ahmet suçsuzdur ya da Burak suçludur.

Bu bilgiler ışığında savcı, şüphelilerin tutuklanma talebiyle mahkemeye sevkine ya da tahliyesine karar verecek. Savcı sizlerden, şüphelilerden kimin suçlu kimin suçsuz olduğuna karar vermede kullanabileceği bir yöntem önermenizi beklemektedir.

3) BENZİNİN İYİSİ HANGİSİ: Arabalar, motor tasarımlarına göre değişik oktanlı benzinlerle değişik verim düzeylerinde çalışabilmektedir. Tansel ve babası kendi arabaları için benzindeki oktan değerinin arabanın gideceği mesafeyi nasıl etkileyeceğini merak ediyorlar. Baba-oğul yüksek oktanlı benzin daha pahalı olduğundan aradaki farkın ödenmeye değer olup olmayacağına karar vermek için arabalarına iki farklı oktandan benzin alıp gidecekleri mesafeyi ölçmeye karar verdiler.

İlk denemelerinde arabanın deposunu 95 oktan benzinle doldurup benzin hemen hemen bitinceye kadar arabayı kullanılıp gidilen mesafeyi kaydettiler. Daha sonra 97 oktanlı benzinle de aynı işlemi yaparak aşağıdaki tabloyu oluşturdular. Tablodaki verileri kullanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

Tablo 1. Tansel ve babasının bulguları

Benzin (oktan)	Benzin miktarı (litre)	Gidilen yol (km)	Ödenen Ücret (TL)
95	**32,6**	**470**	**128,77**
97	**34,9**	**518**	**139,25**

1. Alınan benzin miktarı ile gidilen yolu ve benzin miktarı ile ödenen para arasındaki ilişkileri matematiksel olarak ifade ediniz.
2. Yukarıdaki bilgilere göre benzindeki yüksek oktan, Tansel'lerin arabasının daha uzun yol gitmesini sağlıyor mu? Yanıtınızı matematiksel kanıtlarla destekleyin.
3. Piyasadaki benzin fiyatları oktanlarına göre değişmektedir. Sizce fiyat farkları bu araba için getirdiği avantaya değiyor mu? Cevabınızı matematiksel kanıtlarla destekleyin.
4. Tansel'in ağabeyi, kardeşiyle babasının yaptığı bu deneyi duyunca aldıkları benzinin oktanı dışında arabanın gittiği yolu etkileyen başka etkenler olabileceğini öne sürdü. Sizce bu etkenler (varsa) nelerdir, yazınız.

4) DERGİ SATIŞLARI: Üç ayda bir yayınlanan ve her sayısı yaklaşık 25.000 satılan Matematiksel Düşünce dergisinin satış fiyatı 5,5 TL'dir. Ancak üretim ve kağıt fiyatlarındaki artışlardan dolayı derginin satış fiyatına zam yapılması kaçınılmaz hale gelmiştir.

Yapılacak artışın dergi satışları üzerindeki olumsuz etkisini daha iyi anlayabilmek için okuyucular arasında bir araştırma yapılmıştır. Buna göre fiyatta yapılacak her 50 kuruşluk artışın 1.250 kişinin dergiyi almaktan vazgeçmesine sebep olacağı ön görülmektedir. Derginin yöneticilerinin yerinde olsaydınız yeni satış fiyatını kaç TL olarak belirlerdiniz?

Ek 4. Öğretmen Görüşme Formu

Sayın katılımcı;

Bu görüşme formu ***"Ortaöğretim Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Problemlerine İlişkin Çözüm Yaklaşımlarının Matematik Öğretmenleri Tarafından Değerlendirilmesi"*** başlıklı yüksek lisans tezi olarak hazırlanan çalışmanın temelini oluşturacak verileri toplayarak, matematik eğitiminde matematiksel model ve matematiksel modelleme ile ilgili görüşlerin belirlenmesi amacıyla sizlere sunulmaktadır. Sizden beklentim soruları açık yüreklilik ve içten bir şekilde cevaplamanızdır. Vereceğiniz içten cevaplar sayesinde, çalışmadan doğru ve sağlıklı sonuçlar alınması mümkün olacaktır. Ayrıca elde edilen bilgiler, sadece bilimsel amaçlı kullanılacak olup hiçbir kişisel bilginiz açıklanmayacaktır.

Katkılarınız için şimdiden teşekkür ederim.

Murat ÇAKAN
Yüksek Lisans Öğrencisi

Sorular:

1. Kaç yıllık öğretim deneyimine sahipsiniz?
2. Matematiksel modelleme ile ilgili daha önce herhangi bir eğitim aldınız mı? Aldıysanız bu eğitimi nerede aldığınızı belirtiniz?
3. Öğrencinin modelleme etkinliğine verdiği cevap doğru mu?
4. Öğrenci soru çözümünde aşağıdaki hangi strateji/stratejileri kullanmıştır?
5. Sizce soru başka bir strateji ile çözülebilir mi? Çözülebilirse bu strateji/stratejiler neler olurdu?
6. Öğrenci problemin çözümünde hangi basamakta kalmıştır?
   a) Öğrenci Problemi anlamış mı?
   b) Değişkenleri seçmiş mi?
   c) Matematiksel modeli oluşturmuş mu?
   d) Matematiksel problemi çözmüş mü?
   e) Çözümü yorumlamış mı?
7. Öğrenciler problem çözümünde belli aşamaları takip etmişler midir? Etmişler ise genel olarak bu basamakları nasıl sıralarsınız?

8. Modelleme uygulamalarına katılan öğrencilerin en çok yaptıkları yanlışlar nelerdir?

9. Öğrencilerin karşılaştıkları güçlükler nelerdir? Matematiksel modelleme etkinliklerinin çözümünde öğrencilere tavsiyeleriniz neler olurdu?

10. Sizce öğrencilerin matematiksel modelleme etkinliklerini çözüm aşamalarında öğretmenin rolü ne olmalıdır?

11. Model ve modelleme sizin için ne ifade ediyor? Bir örnekle açıklayabilir misin?

12. Daha önce ders kitaplarında matematiksel modelleme etkinliği ile karşılaştınız mı? Karşılaştıysanız bu etkinliklerin ders kitaplarında bulunmasının amacı sizce nedir?

13. Gerçek hayatla anlattığınız konu arasında derste ilişki kurar mısınız? Nasıl bir ilişki kurarsınız bir örnek verir misiniz?

14. Sizce öğrencilerin matematiksel modelleme etkinliklerini çözebilmeleri için sahip olmaları gereken yeterlilikler nelerdir?

Ek 5. Öğrenci Görüşme Formu

ÖĞRENCİ GÖRÜŞME FORMU:

Sevgili Öğrenci;

Bu görüşme formu ***"Ortaöğretim Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Problemlerine İlişkin Çözüm Yaklaşımlarının Matematik Öğretmenleri Tarafından Değerlendirilmesi"*** başlıklı yüksek lisans tezi olarak hazırlanan çalışmanın temelini oluşturacak verileri toplayarak, matematik eğitiminde matematiksel model ve matematiksel modelleme ile ilgili görüşlerin belirlenmesi amacıyla sizlere sunulmaktadır. Sizden beklentim soruları açık yüreklilik ve içten bir şekilde cevaplamanızdır. Vereceğiniz içten cevaplar sayesinde, çalışmadan doğru ve sağlıklı sonuçlar alınması mümkün olacaktır. Ayrıca elde edilen bilgiler, sadece bilimsel amaçlı kullanılacak olup hiçbir kişisel bilginiz açıklanmayacaktır.

Katkılarınız için şimdiden teşekkür ederim.

Murat ÇAKAN
Yüksek Lisans Öğrecisi

Sorular:

1. Matematiksel modelleme etkinliklerine yönelik görüşleriniz nedir? Açıklayınız.
2. Problemlerin çözümünde karşılaştığınız güçlükler nelerdi?
3. Sizce soruların gerçek hayat durumlarıyla ilişkisi var mıydı?
4. Matematiksel model ya da matematiksel modelleme kavramlarını daha önce duydunuz mu?
5. Genel olarak sorular hakkındaki düşünceleriniz neler?

Ek 6. Matematiksel Modelleme Etkinliklerini Uygulama Sürecinden Görüntüler

Ek 7. Araştırma İzni

SİVAS VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 92255297-605.99-E.2430359 05.02.2019
Konu : Araştırma İzni (Murat ÇAKAN)

VALİLİK MAKAMINA

İlgi : a) Cumhuriyet Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitü Müdürlüğünün 25/01/2019 tarihli ve 50704946-044-E.17187 sayılı yazısı
b) Milli Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 22/08/2017 tarihli ve 35558626-10.06.01-E.12607291 sayılı 2017/25 no'lu genelgesi.
c) Valilik Makamının 30/08/2018 tarihli ve 92255297-605.99-E.15131201 sayılı onayı.

Cumhuriyet Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Ana Bilim Dalı tezli yüksek lisans öğrencisi 201394051008 numaralı Murat ÇAKAN'ın " Ortaöğretim Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Problemlerine İlişkin Çözüm Yaklaşımlarının Matematik Öğretmenleri Tarafından Değerlendirilmesi" konulu tez çalışması kapsamında, İlimiz Lisesinde, Anadolu Lisesinde ve İlçesinde bulunan Fen Lisesinde anket çalışması yapmak istemektedir.

İlgi (a) yazı ekindeki anket çalışması; Valilik Makamının ilgi (c) onayı ile oluşturulan araştırma değerlendirme komisyonu tarafından incelenmiş olup çalışmanın, eğitim öğretimin aksatılmaması ve katılımcıların izni olmadan resim, video ve ses kayıtlarının alınmaması kaydıyla. İlimiz Lisesinde, Anadolu Lisesinde ve İlçesinde bulunan Fen Lisesinde anket çalışması uygulanmasında bir sakınca görülmemektedir.

Onaylarınıza arz ederim.

Ayhan BÜLBÜL
Müdür a.
Müdür Yardımcısı

OLUR
05.02.2019

Güvenli Elektronik İmzalı
Aslı İle Aynıdır
05/02/2019

Dursun YILDIRIM
Vali a.
Milli Eğitim Müdürü V.

Adres: Muhsin Yazıcıoğlu Bulvarı Merkez/ SİVAS
Elektronik Ağ: http://sivas.meb.gov.tr
e-posta: bitec58@meb.gov.tr

Bilgi İçin: C.B.DUMAN
Tel: 0 (346) 280 58 81
Faks: 0 (346) 280 59 48

Ek 8. Öğretmen Gönüllülük Formu

Öğretmen Gönüllülük Formu

Açıklama: Sayın katılımcı, yapılan bu çalışmanın amaçlarından biride matematiksel modellemeye yönelik algıların ve yeterliliklerin ortaya çıkarılmasıdır. Bu kapsamda yapılan görüşme sürecinde alınacak ses kaydı, matematiksel modelleme etkinlikleri sonunda öğrencilerin verdikleri cevapların değerlendirilmesi ve matematiksel modellemeye bakış açısına yönelik sorulacak sorulara verdiğiniz yanıtlar ile elde edilen verilerin gözden kaçırılmadan kaydedilmesi amacıyla kullanılacaktır. Alınan ses kaydı hiçbir yerde ve hiçbir suretle kimseyle paylaşılmayacak olup okul, sınıf, öğretmen ve öğrencinin adı hiçbir gerekçe ile açık olarak belirtilmeyecektir.

Çalışmam için katkınızdan dolayı şimdiden teşekkür ederim.

Murat ÇAKAN
Yüksek Lisans Öğrencisi

Cumhuriyet Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı, Matematik Eğitimi Bilim Dalı 201394051008 nolu yüksek lisans öğrencisi Murat ÇAKAN' ın Dr. Öğr. Üyesi Seval IŞIK danışmanlığında yürüttüğü ***"Ortaöğretim Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Problemlerine İlişkin Çözüm Yaklaşımlarının Matematik Öğretmenleri Tarafından Değerlendirilmesi"*** başlıklı yüksek lisans tez çalışmasına gönüllü katılmış olup, tez çalışmasında kullanılacak görüşme formundaki sorulara verilen cevaplar sürecinde, verilerin kaydedilmesi amacıyla ses kaydının alınmasında bir sakınca görmemekteyim.

12/02/2019

Katılımcı Matematik Öğretmeni

İmza

Adı-Soyadı

Ek 9. Katılımcı Matematik Öğretmeni Tanıma ve Görüşme Öncesi Isınma Soruları

Kaç yıllık öğretim deneyimine sahipsiniz? 7. yılımı çalışıyorum.
Kendinizi kısaca tanıtır mısınız? Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ortaöğretim Matematik Öğretmenliği mezunuyum. 2010 yılında mezun oldum. 2012 yılında atandım. İlk atandığım meslek lisesinde 4 yıl çalıştım. Şuan ki okulumda 3. yılımı çalışıyorum ve alanımda daha etkili olduğumu hissediyorum. İyi bir okulda çalışmak öğretmenin kendini geliştirmesi için bir avantaj diye düşünüyorum.
Matematik öğretmenliği mesleğini seçmenizdeki en büyük etken nedir? Bu mesleği seçerken matematiği sevmem etkili oldu ama ilk tercih ettiğim meslek değildi.
Matematik ve matematik öğretmenliği sizin için ne ifade ediyor? Aslında bu mesleği çok severek yapmıyorum, ama elimden geldiğince öğrencilerimin matematiği sevmesini ve başarılı olmalarına yardımcı oluyorum.
Sizce matematik konuları öğrencilere nasıl öğretilebilir? Öncelikle öğrencinin istekli olması gerekli, daha sonrasında uygulama gerektiren bir ders olduğu için öğrencinin bireysel çalışması ve sürekli hale getirmesi gerekli, sonrasında anladıkça matematiği sevecek ve ilgisi artacaktır.
Ortaöğretim eğitiminiz sürecinde matematik derslerinin işleniş şekli ve öğretmeninizin ders işleyiş yöntemi hakkında aklınızda kalanları söyleyiniz? Sizin yönteminiz ile öğretmeniniz arasında benzerliklerden ve farklardan bahsediniz? Genelde tahtaya sunum yapar öğretmen ve biz kendi çabamızla test, soru çözerdik bu şekilde. Sunum yöntemini kullanıyor olmam benzer. Daha tempolu işliyorum derslerimi öğrencinin dikkatini çekerek, akıllı tahtayı kullanıyorum etkili oluyor öğrenmede ve bunun yanında 1. ders konu anlatımı, 2. ders uygulama test-soru çözümü yapıyoruz.
Kendinizi matematik bilgisi ve öğretimi yönünden nasıl değerlendirirsiniz? Alanıma hakim olduğumu düşünüyorum. Ayrıca iyi bir okulda çalışırsa öğretmen, kendini her geçen gün daha çok geliştirir ve deneyimi artar.
Matematiksel modelleme ile ilgili daha önce herhangi bir eğitim aldınız mı? Aldıysanız bu eğitimi nerede aldığınızı belirtiniz? Hayır. Almadım.
Gerçek Hayatla Anlattığınız Konu Arasında Derste Nasıl Bir İlişki Kurarsınız? Konuların yoğunluğundan dolayı genellikle kuramam ancak öğrencilerimiz öğretmenim bu konu ne işimize yarayacak günlük hayatta bunları nerede kullanacağız gibi soruları karşısında bazı noktalara değinirim. Zaten kitaplarımızda her konunun başında konuların kullanım alanlarına değinilmekte örneğin logaritmanın deprem şiddetini veren rihter ölçeğinin hesaplanmasında kullanıldığından bahsedilmekte. İntegral konusunda özellikle Mimar Sinan'ın Selimiye Camisi ile ilgili anılarını anlatıp öğrencilerin ilgisini çekmeye çalışırım.
Modelleme Etkinlikleri Sürecinde Öğretmenin Rolü Sizce Nasıl Olmalıdır? Ben her zaman öğretmenin rolünün yol gösterici olmasından yanayım. Öğrenciyle iç içe olacak ancak ön planda öğrenci olacak gerekli yerlerde ufak dokunuşlarla öğrenciyi yönlendirecek. Çünkü ne kadar öğrenci varsa o kadar hayal gücü vardır öğretmenin sazı eline alması her şeyi yönetmek istemesi öğrencinin hayal gücünü sınırlar.

Ek 10. Araştırmacı Gözlem Notları

12.02.2019

Sınıfın içerisine girildiğinde bizi
ilk karşılayan 5 adet dikdörtgen
şeklinde pencere, her bir pence-
re arası kolonlarla bölünmüş
sınıfın aydınlatması yeterli.
Sınıf yeterince ısınıyor. Dış kapı- Sınıfın
sından girildiğinde sol kısımda
krem renk öğretmen masası, sağ kısımda ise
dolaplardan bir tanesine öğrenciler cep telini koyuyor duvarda asılı halde 3 adet dolap kapakları camlı, ders materyali koyuyor
var. Öğretmen masasının arka-
sında yanyana duran akıllı masa
ve klasik tebeşirli tahta var.
Tahtanın hemen üstünde Atatürk portre, istiklal marşı, hitabe
Arkadaki sıralar duvara yaslı köşesi var. Sıralar 2 sıra halinde krem renkte
dizilmiş ve 2 kişilik. Sınıfın giriş
kapısının sağındaki duvarda vestiyer, koyu renk
yanında 5 katlı yanyana kitaplar ders materyalleri