T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
MATEMATİK EĞİTİMİ

MATEMATİK EĞİTİMİNDE MODELLEME ÜZERİNE ÖĞRENME-ÖĞRETME UYGULAMALARI

DOKTORA TEZİ

EMİNE ÖZDEMİR

BALIKESİR, HAZİRAN - 2014

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
MATEMATİK EĞİTİMİ

MATEMATİK EĞİTİMİNDE MODELLEME ÜZERİNE ÖĞRENME-ÖĞRETME UYGULAMALARI

DOKTORA TEZİ

EMİNE ÖZDEMİR

BALIKESİR, HAZİRAN - 2014

KABUL VE ONAY SAYFASI

EMİNE ÖZDEMİR tarafından hazırlanan "**MATEMATİK EĞİTİMİNDE MODELLEME ÜZERİNE ÖĞRENME-ÖĞRETME UYGULAMALARI**" adlı tez çalışmasının savunma sınavı 11.06.2014 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / ~~oy çokluğu~~ ile Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı Matematik Eğitimi Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	İmza
Danışman Yrd. Doç. Dr. Devrim Üzel	....
Üye Prof. Dr. Nesrin Özsoy	....
Üye Doç. Dr. Esra Bukova Güzel	....
Üye Doç. Dr. Hüseyin Küçüközer	....
Üye Yrd. Doç. Dr. Sevinç Mert Uyangör	....

Jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş olan bu tez BAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca onanmıştır.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Prof. Dr. Cihan ÖZGÜR ....

Bu tez çalışması Balıkesir Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 2011/65 nolu proje ile desteklenmiştir.

ÖZET

MATEMATİK EĞİTİMİNDE MODELLEME ÜZERİNE ÖĞRENME-ÖĞRETME UYGULAMALARI
DOKTORA TEZİ
EMİNE ÖZDEMİR
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
MATEMATİK EĞİTİMİ
(TEZ DANIŞMANI: YRD. DOÇ. DR. DEVRİM ÜZEL)

BALIKESİR, HAZİRAN - 2014

Matematiksel modelleme hayatın her alanına uygulanabildiği için matematik eğitimi alanına önemli katkılar sunmaktadır. İlkokul yıllarından başlayarak öğrencilere bu beceri kazandırılabilirse, çevredeki her şeye matematiksel gözle bakmaları ve birer matematik okur-yazarı olmaları sağlanabilir. Ancak uluslar arası sınavların sonuçları ve alan yazın dikkate alındığında tüm dünyada öğrencilerin modelleme görevlerinde zorluk yaşadıkları tespit edilmiştir. Bu bağlamda çalışmanın amacı, öğretmen adaylarının modellemeye dayalı öğretimi planlama yeterlikleri ve uygulama becerileri ile uygulamalara ilişkin görüşlerini; öğrencilerin modelleme yeterliklerini ve modellemeye dayalı öğretime ilişkin görüşlerini ve ilköğretim matematik öğretmenlerinin modellemenin uygulanabilirliğine ilişkin görüşlerini belirlemek olmuştur. Çalışmada, karma yöntem kullanılmıştır. Çalışma 2010-2011 ve 2012-2013 eğitim-öğretim yılında gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar 17 ilköğretim matematik öğretmen adayı, 60 ortaokul öğrencisi ve 17 ilköğretim matematik öğretmenidir. Veri toplama araçları olarak günlük ders planı değerlendirme ölçeği, gözlem formu, matematiksel modelleme sürecini değerlendirme ölçeği ve paydaşlar için geliştirilen görüşme formları kullanılmıştır. Çalışmada öğretmen adaylarının öğretimi planlama yeterliklerinde istatistiksel anlamda gelişim olduğu, uygulama becerileri olarak gözlenen durumların öğrenci görüşleri ve video analizleri ile doğrulandığı, öğrencilerin % 94' ünün modelleme yeterlikleri açısından orta ve yüksek düzeyde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Modellemeye dayalı öğretimin uygulanabilirliğini etkileyen faktörler olduğu ortaya konmuştur.

ANAHTAR KELİMELER: Matematik eğitiminde modelleme uygulamaları, öğretmen adayları, ortaokul öğrencileri, ilköğretim matematik öğretmenleri, modellemeye dayalı öğretimi planlama, modellemenin uygulanabilirliği.

ABSTRACT

LEARNING-TEACHING APPLICATIONS ON MODELING IN MATHEMATICS EDUCATION
PH. D THESIS
EMİNE ÖZDEMİR
BALIKESIR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
SECONDARY SCIENCE AND MATHEMATICS EDUCATION
MATHEMATICS EDUCATION
(SUPERVISOR: ASSIST. PROF. DR. DEVRİM ÜZEL)

BALIKESİR, JUNE 2014

Mathematical modeling could be applied to all areas of life; therefore it offers important contribution to the field of mathematics education. If this skill can be acquired starting from the elementary school years to students, they would look around everything mathematically and be a mathematical literary. However, considering the results of international exams and literature revealed that students all over the world have had problems with modeling tasks. In this context, the objective of this research was to determine prospective teachers' instructional planning competencies and implementation skills with their views regarding the applications; students' modeling competencies and their views regarding teaching based on modeling and the views of elementary mathematics teachers regarding the applicability of modeling. In this study, mixed method was used. This study was carried out in the academic years of 2010-2011 and 2012-2013. Participants were 17 elementary mathematics prospective teachers, 60 middle school students and 17 elementary mathematics teachers. The daily lesson plan assessment scale, observation form, assessment scale of mathematical modeling process and interview forms for stakeholders were used for data collection. In the study it has been concluded that there is an statistically significant development in prospective teachers' planning competencies, the observed states as application skills are confirmed by the students' views and video analysis and 94 % of students' have modeling competencies in middle and high level. Factors affecting the applicability of teaching have been demonstrated. It has emerged that modeling and cooperative learning as learning strategies are in compliance.

KEYWORDS: Modeling applications in mathematics education, prospective teachers, middle school students, elementary school mathematics teachers, instructional planning based modeling, applicability of modeling.

İÇİNDEKİLER

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

TABLO LİSTESİ

Sayfa

KISALTMALAR LİSTESİ

GDPDÖ :	Günlük Ders Planı Değerlendirme Ölçeği
MMSDÖ :	Matematiksel Modelleme Sürecini Değerlendirme Ölçeği
ÖA:	Öğretmen Adayı
6Ö:	6. sınıf Öğrencisi
7Ö:	7. sınıf Öğrencisi
8Ö:	8. sınıf Öğrencisi
İMÖ:	İlköğretim Matematik Öğretmeni
NCTM:	The National Council of Teachers of Mathematics
ICMI:	International Commission On Mathematical Instruction
ICTMA:	International Community of Teachers of Mathematical Modeling and Applications
a.g.e:	adı geçen eser
OECD:	Organisation for the Economic Co-operation and Development
COM:	Cognitive-Psychological Analysis of Modelling Processes in Mathematics Lessons
DISUM:	Didaktische Interventionsformen für Einen Selbstandigkeitsorientierten Aufgebengesteuerten Unterricht in Mathematik
DOME:	Developing Quality in Mathematics Education

ÖNSÖZ

Araştırmanın başlangıcından bitimine kadar beni yönlendiren, karşılaştığım sorunlara çağdaş çözümler getiren, beni hep bir adım ileriye götüren, eğitime ve bilime olan sevgilerini bana da aşılayan değerli hocalarım Yrd. Doç. Dr. Devrim ÜZEL' e, Yrd. Doç. Dr. Sevinç MERT UYANGÖR' e, Prof. Dr. Nesrin ÖZSOY' a ve araştırmanın sonuçlandırılmasına katkısı bulunan Doç. Dr. Hüseyin KÜÇÜKÖZER' e ve Doç. Dr. Esra BUKOVA GÜZEL'e;

Manevi desteklerini hep hissettiğim, her koşul ve durumda yanımda olan canım arkadaşlarım Doç. Dr. Öznur KARAAĞAÇ' a, Yrd. Doç. Dr. Burcu SEZGİNSOY ŞEKER' e, Yrd. Doç. Dr. Elif GÜVEN' e, Dr. Fatma PELİTOĞLU' na, Dr. Meryem ÇILDIR' a, Yrd. Doç. Dr. Tuba ÖVEZ' e, Arş. Gör. Güliz ŞAHİN' e ve hiç düşünmeden kefil olarak Tübitak bursu alabilmeme katkıda bulunan Yrd. Doç. Dr. Özlem KARAKOÇ' a;

Bu araştırmaya üstün gayretleriyle katkı sağlayan değerli öğretmenlerim H. A. DÖNMEZ' e, M. A. RİŞLİLER' e, B. EKİZ' e, A. ERDOĞMUŞ' a, S. TOKALI' ya, İ. TUTAN' a, Ö. DALKIRAN' a, K. ÇÜMEN' e, S. KART' a, A. TÜRKMAYA' ya, S. ANAÇ' a, A. SAYIT' a, H. B. ŞAHİN' e, T. ÇAKAN' a, Ş. GÖZÜM' e, E. GÜVENÇ' e, T. GÜNLER' e, A. HIZ' a, B. BULUT' a, K. COŞAR' a, E. GEDİK' e, G. YÜKSEL' e, H. H. BAŞBAY' a, N. KORKMAZ' a, R. KUTLAY' a, S. ERKE' ye, Ö. ÖZCAN' a, F. TÜRK' e, E. ÇAVUŞ' a, Z. GÜNEŞ' e, Ş. KAYMAK' a, İ. ERYİĞİT' e, T. MERİH' e ve uygulamaya katılan değerli ortaokul öğrencilerine;

Doktora programı sürecinde verdiği bursla birlikte beni maddi olarak destekleyen Tübitak Bilim İnsanları Destekleme Daire Başkanlığı' na;

Tezin her aşamasını benimle yaşayan, bana her konuda destek olan, sevgi ve hoşgörü gösteren, maddi ve manevi olarak hep yanımda olduklarını bildiğim canım babam Mehmet ÖZDEMİR' e, canım annem Günnur ÖZDEMİR' e, canım kardeşim İlyas ÖZDEMİR' e ve değerli ailesine teşekkürü bir borç bilirim.

Emine ÖZDEMİR

1. GİRİŞ

Bu bölümde problem durumu, problem tümcesi, alt problemler, araştırmanın önemi, sınırlılıklar ve sayıltılar üzerinde durulmuştur.

1.1 Problem Durumu

Etkili matematik öğretiminin temel amacı, öğrencilere gerekli durumlarda kullanabilecekleri ve yeni bilgilere uyarlayabilecekleri şekilde matematikle ilgili bilgi ve becerileri kazandırmaktır (Çakmak, 2004). Bu temel amacı gerçekleştirebilmek; öğrenci nitelikleri, öğretim materyalleri, öğretmen nitelikleri, öğretim yöntem ve teknikleri, program ve diğer etkenler (okul, çevre, vb.) gibi kuşkusuz pek çok unsurun dikkate alınmasıyla mümkün olmaktadır. Ancak etkili öğretimi sağlamada en önemli rol öğretmenlere düşmektedir. Etkili öğretmen nitelikleri üzerinde alanyazında çok sayıda araştırmaya rastlanmaktadır.

Bu araştırmaların her biri değişik bir bakış açısı ile konuya yaklaşmıştır. Etkili öğretmen özelliklerinin daha çok ilköğretimden yükseköğretime kadar değişik kademelerdeki öğrenci, öğretmen, idareci ya da veli görüşleri açısından incelendiği görülmektedir. Benzer şekilde etkili öğretmen özelliklerinin değişik sınıflamalar altında açıklandıkları da görülmektedir, sınıflamalar içinde öğretmenin kişisel özelliklerini dikkate alan ve öğretmenin deneyimi üzerinde yoğunlaşan çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmaların dışında öğretmenin sahip olması gereken bilgi türleri üzerinde odaklaşan çalışmalar da dikkati çekmektedir (Çakmak, 2004).

Bu konuya işaret eden araştırmacılardan biri de McNamara (1991) dır. McNamara' ya (1991) göre öğretmenin sınıf ortamındaki becerileri; öğretmenin öğretim sürecindeki becerileri (daha çok dersi planlama, çeşitli ve uygun öğretim stillerini, öğretim materyallerini etkili kullanma, öğrencilerin öğrenmelerini değerlendirmede uygun metotlari kullanma ile ilgili becerilerdir ki tüm bunlar genel pedagoji bilgisi ile ilgilidir) ve öğretmenin alan bilgisi ile ilgili becerileridir.

Shulman (1986) öğretmen eğitimiyle ilgili olarak öğretmen ve öğretmen adaylarında bulunması gereken pedagoji ve alan bilgilerini kapsamlı bir şekilde açıklayan araştırmacılardan birisidir. Alanyazındaki birçok çalışmada alan bilgisi ve mesleki bilgi kadar pedagojik alan bilgisinin de önemli bir bilgi türü olduğu vurgulanmaktadır (Bilgin, Tatar ve Ay, 2012; Griffin, Dodds ve Rovegno, 1996; Van Driel, Verloop ve De Vos, 1998). Bilgi çağının en önemli bileşenlerinden biri olarak görülen teknoloji entegrasyonunun eğitimdeki öneminin artmasıyla, Shulman' ın (1986) tanımladığı öğretmen bilgisinin yapısı da tekrar gözden geçirilmiş, alan ve pedagoji bileşenlerinin içinde teknolojinin de yer alması gerektiği düşüncesi öne çıkmıştır. Bu doğrultuda teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPAB) tanımlanmıştır (Koehler ve Mishra, 2005a; Koehler ve Mishra, 2005b, Koehler ve Mishra, 2009; Mishra ve Koehler, 2006; Mishra ve Koehler, 2007; Niess, 2005; Schmidt, Baran, Thompson, Mishra, Koehler ve Shin, 2009; Shin, Koehler, Mishra, Schmidt, Baran ve Thompson, 2009).

Mishra ve Koehler' in (2006) tanımladığı TPAB modeli alan, pedagoji ve teknoloji bilgisinin etkileşiminden oluşmaktadır. TPAB modelinde Alan Bilgisi, Pedagoji Bilgisi, Teknoloji Bilgisi, Pedagojik Alan Bilgisi, Teknolojik Alan Bilgisi, Teknolojik Pedagoji Bilgisi ve TPAB olmak üzere yedi bilgi alanı bulunmaktadır. Etkili öğretimde alan bilgisinin, pedagoji bilgisinin ve teknoloji bilgisinin bütünleşerek farklı durumlara uyarlanabilir ve farklı alanlarda kullanılabilir olması, bu bilgi yapılarını ön plana çıkarmaktadır.

Günümüzde teknoloji, mühendislik, mimarlık, ekonomi ve çok daha farklı alanlarda teknoloji ile barışık, problem çözme ve matematiksel modelleme yapabilme becerisi gelişmiş bireylere ihtiyaç artmaktadır (Lingefjärd, 2006). Bilimin ve teknolojinin hayatımızdaki artan rolü öğrencilerin matematiksel düşünme ve matematiksel problem çözme becerilerine olan ihtiyaçlarını da arttırmıştır. Bir düşünme aracı olarak matematiğin öğrencilerin ileri eğitim imkânlarını, iş bulma olanaklarını ve daha temel olarak hayattan zevk alma düzeylerini arttırdığı bilinen bir gerçektir.

Bu bağlamda öğrencilerden istenen özellikler gibi, öğretmenlerin de mesleki gelişimleri için sahip oldukları bilgilerini derinleştirecekleri, geliştirecekleri ve bilgilerini paylaşabilecekleri, matematiksel bilgilerini oluşturacakları farklı tecrübeler ve ortamlar sağlamanın gerekli olduğu birçok araştırma (Cobb, Wood, Yackel ve McNeal, 1993; Klein ve Tirosh, 2000; Lesh, Amit ve Schorr, 1997) tarafından ortaya konmuştur. Öğretmenlerin kendilerinden beklenen bu beklentileri yerine getirebilmeleri ancak bu konuda yeterlik sahibi olmaları ile mümkündür.

Nitekim matematiksel modelleme her sınıf düzeyinde öğretmenler için teknoloji, pedagoji ve alan bilgilerini birarada kullanılabilecekleri problem durumları sağlamaktadır. Matematiksel modellemede başarılı olma gerçek dünya ve matematik dünyası arasında geçiş yeteneği içermektedir. Modelleyicinin gerçek hayat problemini göz önünde bulundurması ve bunu nasıl matematikleştireceğine karar vermesi, gerçek hayat probleminin hangi yönlerinin ilgili olduğuna karar vermesi, hangi matematiksel ilkelerin ve tekniklerin bir araya getirileceğine karar vermesi gerekmektedir. Çözümün ilgili disiplin alanı bağlamındaki gerçekliğe göre kontrol edilmesi ve gerekirse modifiye edilmesi önerilmektedir. Bu süreçlerin modellemeyle yeni tanışan bireyler için zorluğu da açıktır (Crouch ve Haines, 2004).

Geleneksel yöntemde öğretmen sahip olduğu farklı modelleri öğrencilere aktarmaktadır. Öğretmenin sahip olduğu modelleri geliştirmesi için zorlayıcı bir sebep olmadığı gibi böyle bir kaygısı da yoktur. Çünkü öğretmen bilginin kaynağı, öğrenciler ise alıcı rolündedir. Ancak modelleme yaklaşımında öğretmenin öğrencilerin oluşturduğu farklı çözüm yollarını, modelleri ve gerçek hayat durumunu yorumlama biçimlerini değerlendirmesi ve geliştirmesi için kendi sahip olduğu zihinsel model sınırlarını zorlaması gerekmektedir. Öğrencilerin oluşturdukları farklı modeller hakkında bilgi sahibi olan öğretmen böylelikle kendi model imajını da zenginleştirmiş olacaktır. Öğretmenlerin zihinsel modellerinin öğrencilerin sahip oldukları modellerden daha geniş bir perspektife sahip olmaları önem taşımaktadır (Lesh ve Doerr, 2003a).

Verschaffel, De Corte ve Borghart (1997) öğretmenlerin düşüncelerinin ve inançlarının, onların öğretme pratikleri üzerinde negatif bir etkisi olduğunu ve dolayısıyla öğrencilerin öğrenme süreçlerine ve sonuçlarına da negatif bir yansıması olduğunu ortaya koymaktadırlar. Bu bağlamda modelleme etkinlikleri hem öğretmenlerin hem de geleceğin matematik öğretmenleri için kendilerini geliştirebilmeleri ve etkili öğretim gerçekleştirebilmeleri için bir fırsat olarak sunulmaktadır (Lesh ve Doerr, 2003b).

Sonuç olarak, öğretmen adaylarının matematiksel modellemenin öğretime entegrasyonu konusunda yeterlik düzeylerinin ve geleceğin uygulayıcıları olan öğretmen adaylarının bu konudaki görüşlerinin belirlenmesinin önemli olduğu görülmektedir. Bu noktada öğretmen adaylarının modellemenin uygulanabilirliğine ilişkin düşüncelerinin, modellemeyi kullanma ya da yeterlikle ilgili deneyimlerine yansıdığı düşünülmektedir. Başka bir deyişle öğretmen adaylarının hizmet öncesi eğitimde oluşan düşüncelerinin, onların modellemenin matematik öğretimine entegrasyonunda nelerin ön plana çıkması gerektiği konusunda gelecekteki deneyimlerini doğrudan etkileyeceği veya şekillendireceği görüşü oluşmuştur. Bu doğrultuda araştırmanın temel amacı, öğretmen adaylarının matematiksel modellemeye dayalı öğrenme-öğretme uygulamalarına ilişkin yeterliklerini (öğretimi planlama, öğretimi uygulama ve modelleme yeterliklerini değerlendirme) ve planlayıp gerçekleştirdikleri modelleme uygulamalarına ilişkin görüşlerini belirlemektir. Ayrıca bu uygulamalara katılan ortaokul öğrencilerinin modellemeye dayalı öğretim hakkındaki görüşlerini ve öğretmen adaylarının mesleki yaşamlarında birer öğretmen olarak modellemenin uygulanabilirliğine ilişkin görüşlerini incelemek araştırmanın diğer amaçlarını oluşturmaktadır.

1.2 Problem Tümcesi

Öğretmen adaylarının matematiksel modellemeye dayalı öğretimi planlama yeterlikleri ile uygulama becerileri ve modelleme uygulamalarına katılan öğrenci gruplarının modelleme yeterlikleri nasıldır? Öğretmen adaylarının öğrenme-öğretme uygulamalarına ve Milli Eğitim Bakanlığı (MEB)' na bağlı kurumlara öğretmen olarak atandıktan sonraki mesleki yaşamlarında modellemenin uygulanabilirliğine yönelik görüşleri ile öğrencilerin öğretime yönelik görüşleri nelerdir?

1.3 Alt Problemler

1. Öğretmen adaylarının matematiksel modellemeye dayalı öğretimi planlama yeterlikleri nasıldır?

2. Öğretmen adaylarının matematiksel modellemeye dayalı öğretimi uygulama becerileri nasıldır?
3. Modelleme uygulamalarına katılan öğrencilerin modelleme yeterlikleri nasıldır?
4. Matematiksel modellemeye dayalı öğrenme-öğretme uygulamalarına yönelik öğretmen adaylarının görüşleri nelerdir?
5. Öğrencilerin modellemeye dayalı öğretime yönelik görüşleri nelerdir?
6. Uygulamaya katılan öğretmen adaylarının MEB' e bağlı kurumlara öğretmen olarak atandıktan sonraki mesleki yaşamlarında modellemenin uygulanabilirliğine ilişkin görüşleri nelerdir?

1.4 Araştırmanın Önemi

Matematiksel modellemeye olan mevcut ilgi, öğrencilerin matematiksel okuryazarlıklarının araştırıldığı Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (OECD)' nın Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (PISA) çalışması ile de teşvik edilmektedir. PISA' da ölçülen temel yeterlik okuryazarlık başlığı altında ele alınır. Matematik özelinde bu yeterlik gerçek bağlamda verilen bir problemi matematiksel problem olarak kurgulama (formulasyon), matematiksel bilgi, işlem ve muhakeme ile matematiksel problemi çözme (yürütme) ve elde edilen sonucun gerçek yaşama uygunluğuna karar verme (yorumlama/değerlendirme) boyutlarıyla ele alınmaktadır (Yıldırım, Yıldırım, Yetişir ve Ceylan, 2013: 27). Sole (2013) modelleme etkinliklerinin de bu yeteneklerin kazanılmasına zemin hazırladığını belirtmektedir. Ancak Blum ve Borromeo-Ferri' nin (2009) aktardığına göre PISA sonuçları, tüm dünyada öğrencilerin modelleme görevleri ile ilgili problem yaşadıklarını ortaya koymuştur. PISA matematik uzman grubunun analizleri sonucunda modelleme görevlerinin zorluğu, görevlerin bilişsel karmaşıklığı ile açıklanabilmiştir.

Benzer şekilde Blum ve Niss (1991) de modellemenin öğretiminin zorluğuna dikkat çekmiştir. Bunun bir nedeni olarak modelleme etkinliklerinde çoklu yaklaşımlar kullanılması ve modelleme problemlerinin tahmin edilebilirliğinin düşük olması gösterilmiştir. Bir diğer neden olarak öğretmenlerin modelleme etkinliğinde kullanılan ana fikre alışık olmayabilecekleri öne sürülmüştür. Çünkü modeller tipik olarak gerçek hayat senaryolarından ya da matematik dışı konulardan oluşturulmaktadır (Sole, 2013). Bu bağlamda öğretmenlerin modellemenin öğretiminde zorluk yaşamaları şaşırtıcı değildir (Blum ve Borromeo-Ferri, 2009; Blum ve Niss, 1991). Öğrenciler farklı modeller denemek (Köhler, 2002) ya da süreci yansıtmak (Warwick, 2007) için yeterli zamana ihtiyaç duyarlar. Ancak modellemenin öğretimi için gerekli zaman nedeniyle modelleme etkinliklerini içeren derslerin planlanması da öğretmenlere zor gelmektedir (Sole, 2013).

Bir başka engel olarak bazı öğretmenlerin modellemenin öğretiminde kullanılan teknikler konusunda huzursuz oldukları verilebilir. Blum ve Borromeo-Ferri (2009), etkili matematiksel modelleme öğretiminin öğrencilerin öğretmenlerinden az yardım alarak ve bağımsız hareket ettiklerinde gerçekleştiğini ortaya koymuşlardır. İdeal modelleme öğretiminde öğreticilerin görevi, öğrencilere rehberlik etme ve öğrencilerin model oluşturma sorumluluğunu almalarını sağlama şeklinde olmalıdır. Ayrıca öğretmenler matematik alanının doğası hakkında geleneksel inançlara sahipseler, matematiğin öğretiminde geleneksel olmayan inançlara sahip olsalar bile bu çelişkili inançlar öğretmenin geleneksel pedagojik yaklaşımlar sergileme olasılıklarını arttırmaktadır (Raymond, 1997).

Öğretmenlerin öğrencilerin çalışmalarını değerlendirmede zorlandıkları ve modellerin değerlendirilmesinin zor olduğu diğer engeller olarak rapor edilmiştir (Blum ve Niss, 1991). Sole (2013) öğretmenler, öğretmen eğitim programları, eğitim fakülteleri ve program geliştiriciler için mesleki gelişimde gerekli durumlara ve modellemenin öğretiminin zorluğuna dikkat çekmiştir. Bu konuda modelleme öğretimi gerçekleştirecek bireylerin, hizmet öncesi ve hizmet içinde modeller hakkında bilgi sahibi olmaları ve modellerle çalışmada yeterli deneyim kazanmaları, ayrıca pedagojik bir dizi tekniği bilmeleri gerektiği önerilmiştir. Hem hizmet öncesinde hem de hizmet içinde öğretmenlerin matematik öğretiminin talepleri ile istenilen şekilde başa çıkabilmeleri için bu yönde tutum geliştirmeleri ileri sürülmüştür. Böylece modellemenin öğretilebileceği, öğretmenlere verilecek destek ve eğitim ile bu engellerin aşılabileceği belirtilmiştir. Öğrencilerin modellerini değerlendirmede zorlanan öğretmenler için rubrik kullanımı önerilmiştir. Sonuç olarak modelleme ile birleştirilen programların öğrencilerin uygulamalarını da geliştireceği belirtilmiştir. (Asturias, 1994; Sole, 2013; Thompson ve Senk, 1998).

Ülkemiz matematik öğretim programının genel amaçlarından biri de "Model kurabilecek, modelleri sözel ve matematiksel ifadelerle ilişkilendirebilecektir." şeklindedir (MEB, 2013). Matematikle ilgili kavramlar, doğası gereği soyut niteliklidir. Çocukların gelişim düzeyleri dikkate alındığında bu kavramların doğrudan algılanması oldukça zordur. Bu nedenle, ülkemizde ortaokul matematik programında matematikle ilgili kavramlar, somut yaşam modellerinden yola çıkılarak ele alınmaktadır. Ayrıca 2012 yılı itibariyle yenilenen ortaokul programına Matematik Uygulamaları dersi eklenmiştir. Matematik Uygulamaları dersi ortaokul 5, 6, 7 ve 8. sınıf öğrencileri için geliştirilmiştir. Bu sınıflardaki öğrenciler 9-13 yaş aralığındadır. Öğrenciler ortaokul yıllarında ilkokulda öğrendikleri temel hayat bilgilerinin üstüne daha ileri bilgi ve beceriler edinerek liseye hazırlanırlar ve ilerisi için kendi ilgi ve yeteneklerini keşfederler. Bu yaşlar hızlı değişimlerin yaşandığı ergenlik dönemi olduğundan, öğrencilerin hayatlarında hassas bir geçiş devresidir. Okula ve okul matematiğine karşı ilgi ve tutum oluşturup pekiştirirler. Bu yaşlarda oluşan kendileri ile ilgili algılar ilerleyen yıllarda matematik dersine karşı tutumlarını şekillendirir ve matematik derslerindeki başarılarını etkiler. Okulda öğrendikleri matematiği, ilginç ve faydalı bulan öğrenciler matematiği öğrenmek için daha istekli olacaklardır. Öğrenciler okuldaki matematik derslerinde bilgi ve beceri sınırlarını zorlar ve ihtiyaç duydukları desteği alırlarsa, matematik yapma potansiyellerini en ileri düzeyde gerçekleştirme şansına sahip olacakları düşünülmektedir.

Bu doğrultuda matematik uygulamaları dersinin genel amacı öğrencilere düzeylerine uygun matematiksel uygulamalar yapma fırsatı vererek matematiksel bilgi ve becerilerini geliştirirken öğrencilere matematiği sevdirmek ve matematiğe karşı olumlu tutum geliştirmelerini sağlamaktır. Dersin içeriği günlük hayattan matematiğin uygulanacağı gerçek ve kurmaca problemler, diğer bilim alanlarından matematiksel problemler veya soyut matematiksel oyunlar ve problemlerden oluşmaktadır. Ayrıca dersin programı öğrencilerin sınıftaki yaşantılarında esas olarak bireysel çalışma yerine grup çalışması ve sınıf tartışmasını ve sunumlarını öngörmektedir. Öğrencilerin bu süreçte hedefleri, mantıklı olan ve akla yatkın yaklaşım ve çözümleri ortaya çıkarmaktır. Öğretmenin dersteki rolü, doğru çözüme yönlendiren kişiden ziyade, öğrencilerin çözüm yollarını kendilerinin bulmalarına yardımcı olan orkestra şefine benzemektedir. Bu yaklaşımla derste öğrencilerin hem matematiksel bilgi ve becerilerinin derinleşeceği, hem de sosyal becerilerinin ve iletişim becerilerinin destekleneceği belirtilmiştir.

Matematik Uygulamaları dersinde öğrenciler esas olarak problem çözecek ve problem kuracaktır. Problemler tamamen soyut matematiksel oyunlar olabileceği gibi sosyal bilgiler, fen bilimleri gibi diğer alanlardan veya günlük hayat bağlamlarından seçilmiş gerçekçi problemler de olabilir. Ders için seçilen problemlerin ortak özelliği çözümde hangi işlem veya tekniğin kullanılacağının kolayca görülemediği, öğrencilere nitelikli matematiksel düşünme fırsatları sunacak problemler olmalarıdır. Problemlerde çözüm için gereken her bilgi verilmemiş olacaktır ve çözüm için öğrencilerin bazı varsayımlarda bulunması gerekebilecektir. Hatta farklı öğrenciler farklı, fakat mantıklı varsayımlarla çözüme yaklaşabilir ve dolayısı ile farklı çözümlere ulaşabilirler. Derste çoğunlukla kullanılacak günlük hayattan seçilen problemler için problem durumları çözümde kullanılacak matematiksel kavram ve esaslara göre ön plandadır. Problemlerde tasvir edilen durum veya olay problemin asıl odağıdır.

Matematik Uygulamalarında problemler genel olarak öğrencilerin grup çalışmasına fırsat verecek ve çoğunlukla iki ders saati veya daha fazla çalışarak çözebilecekleri zenginlikte olmalıdır. Problemler için ayrılan öğretim zamanının en az son 30 dakikası öğrencilerin veya grupların çözümlerini sınıfla paylaşması ve değişik yaklaşım ve çözüm yollarının karşılaştırmalı olarak tartışmasına fırsat vermelidir. Bu derste amaç öğrencilerin temel bilgi ve becerilerini uygulamaları olduğu için öğretmenin rolü problemi öğrencilere verdikten sonra dinleyici ve (çözüm yolunu vermeden) yol göstericilik olmalıdır. “Doğru çözüm şudur” yargısı sınıfta öğrencilerle hep birlikte oluşturulmalı, öğretmenin tek başına verdiği bir yargı veya karar olmamalıdır (Ortaokul ve İmam Hatip Ortaokulu Matematik Uygulamaları Dersi (5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı, 2012).

Bu bağlamda yenilen ortaokul programına matematik uygulamaları dersi ile birlikte tamamen matematiksel modelleme uygulamalarına yer verildiği ve modelleme yaklaşımının benimsendiği sonucuna ulaşılmaktadır. Yapılan araştırmalar matematiksel modellemeye ilköğretimde başlamanın önemine dikkat çekmektedir. Hatta matematiksel modelleme, çocukların gerçekçi problem çözme becerilerini geliştirmede kullanışlı bir yol olarak da sunulmaktadır (English ve Watters, 2005;

English, 2009). Ortaokul programında yapılan yeni düzenlemelerle birlikte matematik öğretiminin etkili hale getirilmesinde matematiksel modellemenin benimsendiği açıktır. Matematiksel modelleme hayatın her alanına uygulanabildiği için bu yeterlik daha ilkokul ve ortaokul düzeyinde iken öğrencilere kazandırılabilirse çevredeki her şeye matematiksel gözle bakmaları, günlük hayatlarında matematiği kullanmaları ve dahası birer matematik okuryazarı olmaları sağlanabilir. PISA' da uluslar arası anlamda ölçülen temel yeterlik okuryazarlıktır. Özelde matematik okuryazarlığı incelenmektedir. Bu noktada PISA 2003-2012 verileri Türkiye açısından değerlendirildiğinde küçük de olsa gelişim olduğu ancak değişimin anlamlı olmadığı dikkati çekmektedir (Yıldırım, Yıldırım, Yetişir ve Ceylan, 2013).

Uluslar arası sınav sonuçları ve alan yazın tüm dünyada öğrencilerin modelleme görevleri ile ilgili problem yaşadıklarını ortaya koymaktadır. Bir başka ifadeyle öğrencilerin matematiksel okuryazarlık düzeyleri istenen düzeyde değildir. Bu bağlamda yenilenen ortaokul matematik programına matematik uygulamaları dersinin eklenmesiyle bu durumun iyileştirilebileceği veya duruma çözüm getirilebileceği ön görülmektedir.

Ancak 5. sınıflar için matematik uygulamaları dersi seçmeli ders olarak programda yer almaktadır. Her ne kadar bu ders içerik olarak matematiksel modelleme uygulamalarını doğrudan yansıtsa da hem seçmeli ders olması hem de şimdilik 5. sınıf düzeyi ile sınırlandırılması, öğrencilerin modelleme yeterliklerinin istenen düzeye çıkarılması bağlamında gerçekçi görünmemektedir. Bu tür derslerin ortaokul matematik programına her sınıf düzeyinde zorunlu ders olarak dahil edilmesiyle birilkte; matematik öğretmenlerinin de modelleme yeterlikleri konusunda yetkin olmalarının, matematik öğretmen adaylarının mesleki yaşamlarında gerçek hayat problemlerini kullanabilmelerinin, modelleme uygulamaları yapabilmelerinin, nitelikli modelleyiciler geliştirebilmelerinin ve dolayısıyla nitelikli matematik öğretiminin sağlanacağı düşünülmektedir. Bu durum öğretmen adaylarının lisans öğrenimleri boyunca mesleki yeterliklerinin modellemeye dayalı öğretim ortamlarında geliştirilmesini de gerektirmektedir.

Uluslar arası alan yazın incelendiğinde pek çok modelleme araştırmasına, dokümana, projeye rastlanmıştır. Bu çalışmaların odağında öğrencilerin, öğretmenlerin lisans öğrencilerinin ve öğretmen adaylarının olduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra matematik öğretim programında uygulama ve modellemenin yer almasına nelerin engel teşkil ettiğini belirleme, işbirlikli öğrenme, takım çalışması ve poster oturumu deneyimleri, modelleme uygulamalarının deneysel sonuçları, öğretmenlerin modelleme sürecindeki öğrencileri nasıl değerlendirdikleri, öğrencilerin düşüncelerini nasıl algıladıkları ve bunlara uygun olarak öğretim yöntemlerini nasıl planladıkları, öğrencilerin matematiksel düşünme süreçlerini inceleme, günlük rutin okul yaşantısına modelleme etkinliklerinin dâhil edilmesinin etkileri, SINUS adlı reform projesi kapsamında derste kullanılacak etkinliklerin değiştirilmesi ve bunun sonucu olarak matematik öğretiminde kalitenin arttırılması, DISUM projesi ile öğrencilerin öğrenme süreçlerinin analizi, SINUS projesine katılan öğretmenlerin tecrübesi doğrultusunda öğretimle ilgili kavramların keşfedilmesi ve geliştirilmesi, gerçek hayat modellemelerinin matematik derslerinde nasıl kullanıldığına ilişkin görüşmeler, öğrencilerin sözel problemleri çözmede kavramsal araç olarak ürettikleri ve kullandıkları matematiksel modelleri inceleme, modelleme seminerleri ile matematik lisans programını değiştirmek ve öğretmen adaylarını gelecekteki meslek yaşamlarında matematiği öğretirken modellemeden yararlanabilecek hale getirme, KOM çerçevesinde modelleme ve uygulamalarının matematik öğrenmeyi nasıl kolaylaştırdığı, öğrencilerin modelleme sürecini anlamaları için ne kadar süreli dersler yapılması gerektiği, süreçte matematiksel inanışların nasıl değiştiği, modelleme yeteneklerinin neler olduğu, matematiksel inanışlar ve modelleme yeterlikleri arasında nasıl bir ilişki olduğu, ortaokul matematik öğretmeni adayları için okul ve üniversite arasında etkileşim sağlama, öğretmen rolü ve öğrencilerin modelleme yeterlikleri, uluslar arası seviyede matematik eğitiminde modellemenin araştırılması ve geliştirilmesi, teori ve uygulamayı bir araya getiren DOME II projesi, iyi modelleme görevlerinin nasıl belirleneceğine ilişkin tartışmalar bulunmaktadır.

Çalışmaların kapsamının oldukça geniş olduğu görülmektedir. Ancak özellikle 5 çalışmanın odağı matematik öğretmeni yetiştirme açısından detaylı bilgi sunmakta ve bu araştırmanın planlanmasında etkin olan düşünceleri açıklamaktadır. Bunlar; Borromeo-Ferri ve Blum' un (2009a), Kaiser, Schwarz ve Tiedemann' ın (2010), Sekerak' ın (2010), Eric' in (2010) ve Kim ve Kim' in (2010) çalışmalarıdır. Bu çalışmaların ilk ikisinde öğretmen adayları, sonraki ikisinde öğrenciler ve sonuncusunda ise ortaokul öğrencisi, öğretmen ve lisans öğrencileri katılımcı olarak bulunmaktadır.

Yurt içinde yapılan modelleme çalışmalarının özellikle son 3 yılda arttığı dikkati çekmektedir. Ulusal alan yazın incelendiğinde katılımcıların çeşitlilik gösterdiği ancak bir çalışmada ya öğretmen adayları ya öğrenciler ya da öğretmen adayları ile çalışıldığı nadiren iki katılımcı türünün bir araya getrildiği dikkati çekmektedir. Bir diğer durum çalışmaların ağırlıklı olarak yüksek lisans veya doktora tezleri olmasıdır. Bu yönüyle ulusal alan yazında modellemeye dayalı öğrenme-öğretme uygulamalarını öğretmen adayları, ortaokul öğrencileri ve öğretmen adaylarının öğretmen olarak atandıktan sonraki mesleki yaşamları boyutuyla inceleyen ve durumu bütüncül şekilde ortaya koyan bir çalışmanın olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının modelleme üzerine öğrenme-öğretme uygulamalarına zaman içinde MEB' e bağlı kurumlara atanarak birer matematik öğretmeni olarak modellemenin uygulanabilirliğini ekleyen ve 3 yıllık bir periyodu içeren ulusal boyutta bir çalışma bulunmamaktadır. Yurt dışında projeler hariç 3 yıl gibi uzun süreli çalışmaların yapıldığı görülmektedir ancak tamamlanan çalışmaların sayısı oldukça azdır. Sonuç olarak sürecin görüşmeler, gözlemler, video analizleri, dokuman analizleri, rubrikler yardımıyla incelenmesi, modellemeye dayalı öğrenme-öğretme uygulamalarını yakınsayan paralel karma yöntem ile bütünüyle ortaya koyması bakımından bu çalışmanın önemli olduğu düşünülmektedir.

Bu bağlamda araştırmadan elde edilen bulguların;

1. Ortaokul matematik öğretmenlerine, modellemeye dayalı öğrenme-öğretme sürecini planlarken yararlı olması,
2. Matematik öğrenme-öğretme sürecinde kullanılan yöntem ve teknikler açısından çeşitlilik göstermesi,
3. Matematik öğretmeni yetiştiren eğitim fakülteleri programına katkıda bulunması,
4. Matematik eğitiminde kullanılan yöntem ve teknikler konusunda yeni tartışmalar ve araştırmalar yaratması,
5. Ortaokul matematik öğretim programının geliştirilmesine ilişkin yararlı sonuç ve öneriler getirmesi ve

6. Modelleme araştırmalarında kullanılan etkinliklerin genellikle üst düzey matematik bilgisi gerektirmesi nedeniyle doğrudan ortaokul öğrencilerine yönelik uygulamaların alana kazandırılması beklenmektedir.

1.5 Sınırlılıklar

Bu araştırmada;

1. Modellemeye dayalı teorik ve uygulamalı eğitim süreci 2010-2011 öğretim yılı Okul Deneyimi dersi ile,
2. Veri kaynağı olarak 2010-2011 öğretim yılı II. döneminde Milli Eğitim Bakanlığının izni doğrultusunda belirlenen okullarada uygulama gerçekleştirilen 6-8. sınıf öğrencileriyle, 17 ilköğretim matematik öğretmen adayı (2012-2013 öğretim yılı itibariyle matematik öğretmeni olarak dahil oldular) ile,
3. Öğretmen adaylarının ilköğretim 2. kademe için 2010-2011 öğretim yılı matematik öğretim programından belirlemiş oldukları kazanımlara yönelik modelleme uygulamaları ile,
4. Veri toplama aracı olarak; analitik dereceli puanlama anahtarları, yarı yapılandırılmış gözlem formu, yarı yapılandırılmış görüşme formları ve video kayıtları ile,

sınırlı tutulmuştur.

1.6 Sayıltılar

1. Modellemeye dayalı öğretimi planlama, uygulama ve öğrenci gruplarının modelleme yeterliklerini değerlendirmede araştırmaya katılan öğretmen adaylarına verilen teorik ve uygulamalı eğitim ile geliştirme sürecindeki çalışmalar yeterlidir.
2. Öğretmen adayları uygulamaları gerçekleştirirken ve öğrenci grupları modelleme etkinlikleri ile çalışırken gerçek güçlerini ortaya koymuşlardır.

2. ALAN YAZIN TARAMASI

2.1 Matematiksel Düşünme ve Okul Matematiği

Küresel dünyanın dinamikleri ve bilgi toplumunda yaşanan değişimler bugünün insanını hızlı düşünen, kendini iyi tanıyan, gereksinimlerini ayırt edebilen, ihtiyaç duyduğu bilgiye kolayca ulaşabilen, yaratıcı, teknolojiyi etkin olarak kullanabilen bireyler haline getirmektedir. Temel amacı topluma yararlı bireyler yetiştirmek olan eğitimin de bu doğrultudaki değişime kayıtsız kalması imkânsızdır. Değişen dünyada matematiği anlayabilen ve kullanabilen bireylerin yetişmesi toplumun ihtiyaç duyduğu üretken geleceğin inşasında oldukça önemlidir (NCTM, 2000).

Günümüzde hemen hemen her türlü meslek az ya da çok matematik ve özellikle matematiksel düşünmeyi gerektirir (Olkun ve Toluk-Uçar, 2007: 33). Matematik, örüntülerin ve düzenlerin; sayı, şekil, uzay, büyüklük ve bunlar arasındaki ilişkilerin bilimidir. Matematik; düzenleme, analiz etme, yorumlama ve paylaşma anlamında bilgiyi işlemeyi, üretmeyi, tahminlerde bulunmayı ve bu dili kullanarak problem çözmeyi içerir (MEB, 2009).

Matematiğin tanımına da uygun olarak salt matematiksel bilgi öğrenme yerine matematiği yaparak öğrenme ya da bir başka deyişle matematik eğitiminde "temel bilgilerle donatmaktan" çok "düşünmeyi öğretme" ön plana çıkmaktadır (Olkun ve Toluk-Uçar, 2007; Umay, 2007). Bu noktada, matematik günlük yaşamı sürdürebilmek için gereklidir. Gerçek dünyadan uyarlanmış problem durumlarında örüntüleri gören, ilişkileri kurabilen, neyi nereden bulduğunu, nasıl davranması gerektiğini bilen, kararlarını kendisi veren öğrenen/birey için matematik yaşamın bir parçasıdır (Umay, 2007: 44-45). Okul, yaşamımızın bir parçası olan matematik kültürünü kazandırmanın yanında matematiksel düşünmenin, matematiği iletişim aracı olarak kullanmanın, problem çözme becerisinin, matematiğe değer vermenin öğrenildiği yerdir (Baki, 2008: 35). Bir başka deyişle matematik okulda öğrenilir ve gerçek dünyaya transfer edilir (Umay, 2007: 96).

NCTM matematik eğitiminde uluslar arası düzeyde kabul gören bir merkezdir. Merkezin okul matematiği için yaptığı çalışmalar, matematik eğitim araştırmaları için referans olarak alınmaktadır (Umay, 2007: 98). Bu merkez *Okul Matematiği İçin İlkeler ve Standartlar* isimli bir doküman yayımlanmıştır. Dokümanda anaokulundan 12. sınıfın sonuna kadar okul matematiğinin genel prensiplerinin neler olması gerektiği ve matematiksel içerik ve süreçlerin hangi standartları sağlaması gerektiği açıklanmaktadır. Umay (2007) bu dokümanın bir öğretim programı olmadığını; matematik eğitimine gerçek yaşamla ilişkili, üretken, yaratıcı bir bakış açısı kazandırmada eğitimcilere kılavuzluk etme hedefi olduğunu vurgulamaktadır. NCTM' nin okul matematiği için belirlediği ilkeler; eşitlik, öğretim programı, öğretme, öğrenme, değerlendirme ve teknoloji başlıkları altında toplanmaktadır. NCTM tarafından belirlenen on standarttan sayılar ve işlemler, cebir, geometri, ölçme, veri analizi ve olasılık konularındaki beş standart matematiksel içeriği betimler. Bu nedenle içerik standartları olarak adlandırılırlar. Geri kalan standartlar ise, süreç standartlarıdır ve bunlar problem çözme, akıl yürütme ve kanıtlama, ilişkiler, iletişim ve gösterimdir. Belirtilen standartlar hangi matematiksel öğretimin öğrencinin neyi bilmesi ve neyi yapmasını sağlaması gerektiğini tanımlar, okul matematiğinde neyin değerli olduğunu belirler. İçerik standartları öğrencilerin öğrenmesi gereken matematik içeriğini tanımlarken süreç standartları içerikte yer alan bilgiyi kavrama ve kullanma yollarıdır (Umay, 2007: 101). Buna göre süreç standartları kısaca şöyledir:

> ***Problem çözme ile ilgili olarak****, öğrencilerin matematikte ve diğer bağlamlarda çıkacak problemleri çözebilmeleri; çeşitli stratejilerin uygun olanlarını problem çözmeye adapte edebilmeleri; matematiksel problem çözme sürecini ifade edebilmeleridir.*
> ***Akıl yürütme ve kanıtlama****, matematiksel varsayımda bulunma ve araştırma, matematiksel iddiaları ve kanıtlarını geliştirme ve değerlendirme, çeşitli akıl yürütme ve kanıtlama yöntemlerini seçip kullanma olarak ifade edilir. Akıl yürütme becerisi matematiği anlayabilmede altı çizilen, temel bir beceridir. Ancak ilk ve ortaokul matematik programında ispat etme becerisine yer verilmemektedir.*
> ***İletişim standartları olarak*** *iletişim yoluyla matematiksel düşünceleri organize edebilme ve pekiştirme; öğretmenleriyle, arkadaşlarıyla ya da diğer insanlarla doğru bir şekilde matematiksel iletişim kurabilme; başkalarının matematiksel düşüncelerini ve stratejilerini değerlendirme ve analiz edebilme; matematiksel fikirlerini doğru bir şekilde ifade edebilmek için matematik dilini kullanabilmeden söz edilmektedir.*
> ***İlişkilendirme başlığı altında****, matematiksel fikirler arasındaki bağlantıları fark etme ve kullanma; matematiksel fikirlerin birbiriyle nasıl ilgili olduklarını ve sağlam bir bütün oluşturmak için nasıl üst üste eklendiklerini anlama; matematik dışındaki alanlara matematiği uygulayabilmeden söz edilmektedir.*
> ***Gösterim standartları****; matematiksel fikirleri organize etmek, kaydetmek ve bunlarla iletişim kurmak için gösterimler yaratma ve kullanma; problem çözebilmek için matematiksel gösterimleri birbirine çevirme, uygulama ve seçme; fiziksel, sosyal ve matematiksel olayları modellemek ve yorumlamak için gösterimleri kullanabilmedir.*

Süreç standartları içerikleri itibariyle ortaokul matematik programında yer alan temel becerileri ya da bir başka deyişle "alana özgü becerileri" yansıtmaktadır. Matematik programı öğrencileri hayata hazırlamak için problem çözme, iletişim, ilişkilendirme, akıl yürütme becerilerinin geliştirilmesine önem vermektedir (MEB, 2013). Matematik programında gösterimlerin bir araç olarak kullanıldığı ve diğer beceriler içinde gösterime ilişkin ipuçları verildiği söylenebilir.

Böylece yaşamında matematiği kullanabilen, problem çözebilen, çözümlerini ve düşüncelerini özgür bir biçimde paylaşabilen, matematikte öz güven duyabilen, ekip çalışması yapabilen, matematiğe yönelik olumlu tutum geliştirebilen bireylerin yetişmesi mümkün olmaktadır. Ayrıca matematikle ilgili kavramların, somut yaşam modellerinden yola çıkılarak inşa edilmesi, kavramsal öğrenme ile birlikte işlemsel becerilere önem verilmesi programın önemli bir özelliğini ortaya koymaktadır. Nitekim Altun (2007: 1) bu duruma matematiksel modeller üzerinde çalışarak birçok yeni düşüncenin üretilebileceğini eklemiştir. Bu bağlamda yaşamı sürdürmek için gerekli olan matematiksel düşünmenin kazandırılmasında etkin olan problem çözme ve matematiksel modelleme becerileri ortaya çıkmaktadır.

Alanyazın incelendiğinde problem çözme ile matematiksel modelleme arasındaki ilişkiye dikkat çeken pek çok çalışmanın bulunduğu görülebilir. Zawojewski (2010) problem çözme ve matematiksel modelleme arasındaki ayrım için özetle problem çözmenin "ne yapılması gerektiğine" matematiksel modellemenin ise "düşünme yollarına" odaklandığını ifade eder. Bu konuya açıklık getirmek amacıyla problem çözme süreci incelenmiş ve çalışmaya yansıtılmıştır.

2.2 Problem Çözme Sürecine Genel Bakış

Matematik eğitimcileri öğrencilerin problem çözme becerilerinin geliştirilmesi ve eğitimin öncelikli amacı olması konusunda aynı görüşe sahiptirler (Charles ve Lester, 1982; Rosenbloom, 1996). Matematiksel bilgiyi anlama ve bu bilgiler arasındaki ilişkiyi oluşturma problem çözme sürecinde meydana gelmektedir (Swings ve Peterson, 1988). Bunun yanı sıra problem çözme sürecinde öğrencilerin kavramları ve işlemleri bir araya getirerek ilişkilendirdiği ve böylece öğrencinin matematiksel bilgisinin zenginleştiği ifade edilir (Bernardo, 1999).

Bu kapsamda yer alan problemler ders kitaplarında yer alan problemler de olabilir, bunların dışındaki problemler de olabilir. Umay' ın (2007) aktardığına göre ister günlük yaşamın içinden isterse ders kitaplarındakiler olsun matematik problemleri alışkanlıklarımızdan, yaptığımız işten, içinde yaşadığımız kültürden bağımsız düşünülemez. Pollak (1969), matematiğin uygulamaları ve matematik öğretimi arasındaki ilişkileri inceleyerek ders kitaplarında öğrencilere matematiği uygulama duygusu vermek için tasarlanan problemleri;

1- Matematiğin günlük yaşamda doğrudan kullanımıyla ilgili problemler

2- Günlük yaşamdan sözcüklerin kullanıldığı yapmacık, çeşitli uygulama seviyesindeki problemler

3- Başka disiplinlerin sözcüklerini kullanan problemler

4- Birazcık tuhaf ve komik problemler

5- Gerçek yaşamın içinden gerçek uygulamalar

6- Diğer disiplinlerin gerçek uygulamaları

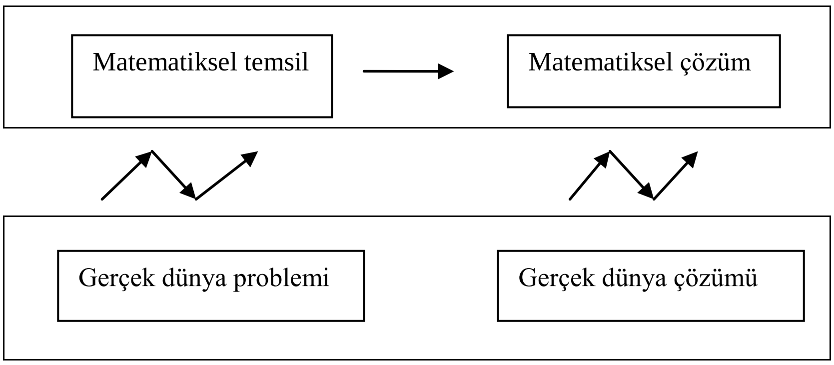
olmak üzere sıralar. Bu problemlerin tamamının gerçekle uyumunun sağlanmasında bazı güçlükler görülse de matematiğin dışındaki bir durum içinde problemi doğru formüle etmenin, matematiğin kendisini keşfetmek gibi önemli bir etkinlik olduğu belirtilir. Umay' a (2007) göre matematik problemlerini günlük yaşamda karşılaşılan diğer problemlerden ayıran özellik, çözümünde matematiksel düşünmenin kullanılmasıdır. Bir başka deyişle matematiksel gerekçelere dayanması, akıl yürütme ile sonucun kestirilebilmesi, nedenlerinin açıklanabilmesi, aynı koşullar altında hep aynı sonuca ulaşılmasıdır. Blum ve Niss (1989) ise matematik problemlerini, uygulamalı matematik problemi ve pür matematik problemi olarak ikiye ayırmaktadır. Uygulamalı matematik problemleri; bazı matematiksel kavramların, metotların ve sonuçların göz önünde bulundurulduğu gerçek hayata ilişkin sorunlar ve durumlar olarak belirtilir. Pür matematik problemleri ise matematik dünyasının içinde yer alan durumlar olarak tanımlanır.

Bu konuda matematik eğitimcileri, öğrencilerin gerek okul dışında gerek okul içinde karşılaştıkları problemleri çözmeleri için onlara matematiği kullanma ve uygulama yolunda sahip oldukları yeteneklerini geliştirmelerini teşvik etmektedirler (Silver, 1987). Ülkemizde uygulanmakta olan ortaokul matematik programında öğrencilerin 'matematiksel kavram ve sistemleri anlayabilmeleri, bunlar arasında ilişki kurabilmeleri, bunları günlük hayatta ve diğer öğrenme alanlarında kullanabilmeleri, kavramları farklı temsil biçimleri ile ifade edebilmeleri, problem çözme stratejileri geliştirilebilmeleri ve bunları günlük hayattaki problemlerin çözümünde kullanabilmeleri, problem çözme sürecinde kendi düşünce ve akıl yürütmelerini ifade edebilmeleri, matematiksel düşüncelerini mantıklı bir şekilde açıklamada ve paylaşmada matematiksel terminoloji ve dili doğru kullanabilmeleri, tahmin etme ve zihinden işlem yapma becerilerini etkin kullanabilmeleri ve matematiğe yönelik olumlu tutum geliştirebilmeleri amaçlanmaktadır (MEB, 2013). Buradan yola çıkarak günlük hayatta karşılaşılan problemlerin çözümünde matematiğin araç olarak kullanımına vurgu yapıldığı görülmektedir. Benzer şekilde gerçek hayat problemlerinin önemini vurgulayan Blum ve Leiß’ e (2007) göre matematik öğretiminin amacı, öğrencilerin matematiksel bilgi, beceri ve yeteneklerini gerçek hayat problemlerini çözerken kullanmalarını sağlamaktır. Doruk ve Umay’ a (2011) göre günümüz matematik öğretimi ile gerçek problem durumlarında etkili çözümler üretebilen, öğrendiği matematiği günlük yaşamında etkili bir şekilde kullanabilen, matematiğin gerçek dünya ile olan sıkı ilişkisinin farkında olan ve böylece matematikten korkmak yerine ondan zevk alan ve onu seven bireylerin yetişmesi amaçlanmaktadır.

Yenilenen ortaokul programında matematik öğrenme etkin bir süreç olarak ele alınmakta, öğrencilerin öğrenme sürecinde aktif katılımcı olmaları vurgulanmakta ve dolayısıyla kendi öğrenme süreçlerinin öznesi olmaları öngörülmektedir. Bu bağlamda öğrencilerin araştırma ve sorgulama yapabilecekleri, iletişim kurabilecekleri, eleştirel düşünebilecekleri, gerekçelendirme yapabilecekleri, fikirlerini rahatlıkla paylaşabilecekleri ve farklı çözüm yöntemlerini sunabilecekleri sınıf ortamları oluşturulması gerektiği ifade edilmiştir. Bu tür öğrenme ortamlarının oluşturulması öğrencilere özerklik veren açık uçlu soru ve etkinliklere yer verilmesi ve öğrencilerin matematik yapmalarına fırsat tanınması ile mümkün olmaktadır (MEB, 2013).

Messmer (1989) çalışması ile yenilenen ortaokul matematik programına ışık tutmaktadır. Bu çalışmada uygulamaya dayalı matematik öğretimi ile gerçek hayatta matematiği kullanabilme becerilerinin birçok öğrenci tarafından geliştirilebildiği ortaya konmaktadır. Bunun yanı sıra bu becerilerin öğretilmesi ve matematik öğretiminin içine kolaylıkla transfer edilmesi beklenmektedir. Matematiği uygulama ve yorumlama yeteneğinin özellikle gerçek hayat durumlarında kazanılabileceği öngörülmektedir. Uygulamaya dayalı matematik öğretimi ayrıca öğrencilerin matematiğe karşı motivasyonunu ve ilgisini de arttırmaktadır (Messmer, 1989). Bu bilgiye ek olarak günümüz matematik programında matematiği öğrenmenin; temel kavram ve becerilerin kazanılmasının yanı sıra matematikle ilgili düşünmeyi, problem çözme stratejilerini kavramayı ve matematiğin gerçek yaşamda önemli bir araç olduğunu fark etmeyi de içerdiği belirtilmektedir. Bunun için de öğrencilerin matematiği "hissedilir, yararlı, uğraşmaya değer" görmelerine ve "özenle ve sebat ederek" çalışmalarına yardım edecek öğrenme ortamları oluşturmanın önemine vurgu yapılmaktadır (MEB, 2013).

Bu noktada problem durumu ile matematiksel süreçler arasında kurulan çift yönlü iletişimin bireyi sürecin içerisinde aktif kıldığı ve bireyin matematiksel kavram ve kuralları doğrudan uygulamasından ziyade yapılandırmasına imkân tanıdığı Lester ve Kehle (2003) tarafından ifade edilmektedir. Rosenbloom (1996) da problem çözmenin temel matematiksel aktivite olduğuna işaret etmiş ve diğer matematiksel aktiviteleri; genelleştirme, soyutlama, teori inşa etme ve kavram oluşturma olarak sıralayarak problem çözmeye dayandırmıştır. Durumu örneklemesi amacıyla Şekil 2.1 sunulmuştur.



Şekil 2.1: Genelleştirilmiş Problem Çözme Süreci (Lester ve Kehle, 2003)

Şekil 2.1' de yer alan yukarı ve aşağı yönlü oklar bireyin matematik ile problem durumu arasında gidip geldiğini göstermektedir. Yukarı yönlü oklar genelleme ve soyutlama süreçlerini temsil etmekte iken aşağı yönlü oklar problemi çözen kişinin matematiksel süreçler ile bu süreçlerin temsil ettiği gerçekleri ilişkilendirdiğini göstermektedir. Bu süreçte bireylerden öncelikle üzerinde çalıştıkları hayali, gerçek ya da matematiksel bir durumdan yola çıkarak *problemi tanımlamaları* ve varsayımları doğrultusunda *problemi sadeleştirmeleri,* yani probleme ilişkin *gerçek modeller* ortaya koymaları beklenmektedir. Daha sonra bu modellerin önemli özelliklerini temsil edecek *matematiksel kavramların seçimini* yapıp bunlarla ilgili *uygun işlemleri yürüterek çıkarımda bulunmaları* gerekmektedir. Son aşamada ise bütün bu *sürecin gözden geçirilerek değerlendirilmesinin* yeterli olacağı belirtilmektedir (Lester ve Kehle, 2003).

Burada Lester ve Kehle, gösterim biçimi olarak modellere değinmekte ve gerçek modelin verisinden yola çıkarak matematiksel model oluşturmayı ima etmektedir. Berry ve Houston (1995) bu durumu, "*gerçek hayat problemlerini çözmek için matematiği kullanma amaçlarından birisi gerçek durumu tanımlayan bir matematiksel model elde etmektir*" şeklinde net olarak açıklar. Bunun için bir gerçek modelin verisinin, kavramlarının, ilişkilerinin, durumlarının ve varsayımlarının matematiğe dönüştürüldüğünü ifade eder. Benzer şekilde, Blum ve Niss (1989) matematiksel modeli "*bir gerçek modelden matematik yardımıyla oluşturulan model"* olarak tanımlarken Lesh ve Harel (2003) matematiksel model oluşturmanın problem ifadesindeki verilerin, bilgilerin, örüntülerin, işlemlerinin ve nesnelerin düzenlenmesini, koordine edilmesini ve boyutlandırılmasını, daha genel bir ifadeyle matematikselleştirilmesini içerdiğini vurgular. Problem çözme sürecine ilişkin olarak verilen bu açıklamalar, sürecin matematiksel modelleme yaklaşımı açısından ele alındığını göstermektedir. Lesh ve Harel (2003) bu süreçte bireylerin kurallara dayalı çözümler üretmek yerine problem ifadesindeki ilişkileri irdelemek için anlamlı modeller geliştirmelerinin daha yararlı olacağını savunmaktadır.

2.3 Modellerle İlgili Temel Kavramlar

Problem çözme süreci ile birlikte model, gerçek model, matematiksel model, matematikselleştirme, genelleme ve soyutlama gibi terimlerle karşılaşılmaktadır. Bu terimlerin odağında matematiğin kullanımı fikrinin bulunduğu söylenebilir. Hayatında matematiği etkin olarak kullanan bireylerin günlük hayat problemlerine çözüm getirmede daha başarılı oldukları düşünülmektedir. Ancak burada birtakım araçlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu noktada modellerin belirleyici bir rol üstlendiği söylenebilir.

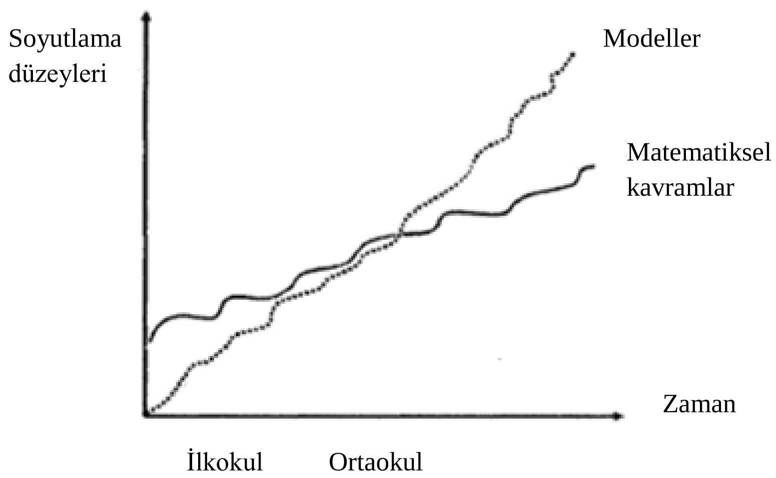
Model bir sorunun çözüme kavuşturulması için asıl durumun yerine, bu durumun zihinsel temsillerinin geçmesi sonucu oluşmaktadır (Fischbein, 2001). Bu bağlamda model bireyin düşünce süreçlerini tanımlamak ve özetlemek amacıyla kullanılan araçlar ya da şemalardan ziyade bireyin geliştirdiği kavramsal araçlar olarak ortaya çıkmaktadır (Lesh ve Doerr, 2003c). Model belirli bir problemle ilgili gerçeğin sadeleştirilmiş temsili (Dapueto ve Porenti, 1999) olabildiği gibi verilen bir sistemdeki yapının temsili (Hestenes, 2010) olarak da tanımlanmaktadır.

Lingefjärd (2002), Dapueto ve Porenti (1999) ve Hestenes (2010) tarafından yapılan model tanımlarını birkaç örnekle daha somut hale getirmiştir. Mimarlar satmak istedikleri ürünü belirtirken arazi veya ev modeli kullanırlar. Moda endüstrisinde kıyafetleri giyen insan modeldir ki diğer insanlar kendilerini giyerken hayal edebilir. Modeller seçilir çünkü idealleştirilmiş insan özellikleri taşırlar. Çocuklar arabalar, bebekler ve trenlerle gerçekliğin pek çok modelini kullanırlar. Bu doğrultuda tüm modelleme etkinliklerinde en az iki yaygın görüş bulunduğuna dikkat çeken Lingefjärd (2002) bu görüşleri; "*ilgili gerçekliği tanımak veya hakkında düşünmek için model kullanılır*" ve "*model, daha çok veya daha az idealize edilmiş veya basitleştirilmiş bir şeydir*" şeklinde sıralamıştır.

Kavramların farklı temsil biçimleri ile ifade edilmelerine imkân veren modeller Lesh ve Doerr (2003a) tarafından, "*dışsal işaret sistemleri kullanılarak tanımlanan ve diğer sistemlerin durumunu yapılandırmak, tanımlamak ve açıklamak için kullanılan kavramsal sistemler"* olarak açıklanmıştır. Kavramsal sistemler olarak betimlenen bu modellerin, fiziki açıdan somut temsilleri olduğu gibi soyut olabildikleri de belirtilmiştir (Singer, 2007).

Ülkemizde matematik programında öğrencilerin matematik kavramlarını, sistemlerini farklı temsil biçimleri ile ilişkilendirmesi ve bu temsil biçimleri arasında dönüşüm yapması beklenmektedir. Bu bağlamda öğrencilerin model kurabilmesi, modelleri sözel ya da matematiksel ifadelerle ilişkilendirebilmesi amaçlanmaktadır (MEB, 2006). Yine bu konuda yenilenen matematik programı da öğrencilerin somut deneyimler yardımıyla matematiksel anlamlar oluşturmalarına, soyutlama ve ilişkilendirme yapmalarına önem vermektedir (MEB, 2013).

Öğrenciler için önemi vurgulanan kavramlardan biri de soyutlamadır. Soyutlama, somut nesnelerin işleyişinden sembol ve sembol sistemlerinin işleyişine doğru yavaş ilerleyen bir süreç olmakla birlikte gelişimsel bir süreçtir. Soyutu oluşturma, hiyerarşik olarak yapılandırılmış önceki bilgilerin yeni sistemler içinde yeniden düzenlenmesini ifade eder (Singer, 2007). Bu duruma açıklık getirebilmek amacıyla Şekil 2.2 verilmiştir. Şekil 2.2 incelendiğinde okul sürecinde öğrenilen matematiksel kavramların soyutlanması süreci ile var olan modellerin soyutlanması sürecinin, zamanın doğrusal olmayan işlevleri olduğu görülmektedir. Şekil 2.2, bu işlevler ve onların etkileşimleri olan iki eğriyi temsil etmektedir. Buna göre matematiksel kavramların soyutlanması zaman içinde yavaş ama güçlü bir gelişim göstermektedir.



Şekil 2.2: Bilgi Sistemleri ve Anlamayı Kolaylaştırmada Kullanılan Modeller için Soyutlamanın Gelişimi (Singer, 2007)

Singer (2007), ilkokulda öğretmenler tarafından kullanılan modellerin ve öğrenciler tarafından geliştirilen modellerin somut olmasına ve bu süreçte manipülatif etkinliklere yer verilmesine dikkat çeker. İlerleyen yıllarda öğrenilen kavramlar karmaşık bir yapı içermesi nedeniyle bu karmaşık yapının altında yatan olgunun bazı özelliklerini basitleştiren daha soyut modellerin öğretme ve öğrenme uygulamaları içerisinde kullanılması önerilmektedir.

Benzer şekilde Sriraman (2005) da modeli tipik olarak fiziksel, sembolik veya soyut gösterim olarak ifade eder. Olkun ve Toluk (2003), Şekil 2.3 ile matematikte modellerin kullanımına ilişkin genel ilkeleri sunar. Burada özelliklerin birbirinden tamamen bağımsız olmadığı dikkat çekmektedir. Bu duruma örnek olarak bir modelin hem somut hem de statik ya da dinamik olabileceği verilmektedir. Modellerin kullanımının tamamen amaca göre düzenlenmesi ve öğrenci düzeyinin dikkate alınması gerektiği önerilmektedir.

<table>
<tr><td>Alt sınıflar</td><td colspan="2">Orta sınıflar</td><td>Üst sınıflar</td></tr>
<tr><td colspan="2">Kavramlarla ilk tanıştırma</td><td colspan="2">Sonraki aşamalar</td></tr>
<tr><td colspan="4">Uygun sözel ifadeler</td></tr>
<tr><td>Somut-nesne modelleri</td><td colspan="2">Çizim-grafik modelleri</td><td>Soyut-sembolik modeller</td></tr>
<tr><td colspan="2">Statik modeller</td><td colspan="2">Dinamik modeller</td></tr>
</table>

Şekil 2.3: Matematikte Modellerin Kullanılmasına İlişkin Genel İlkeler (Olkun ve Toluk, 2003)

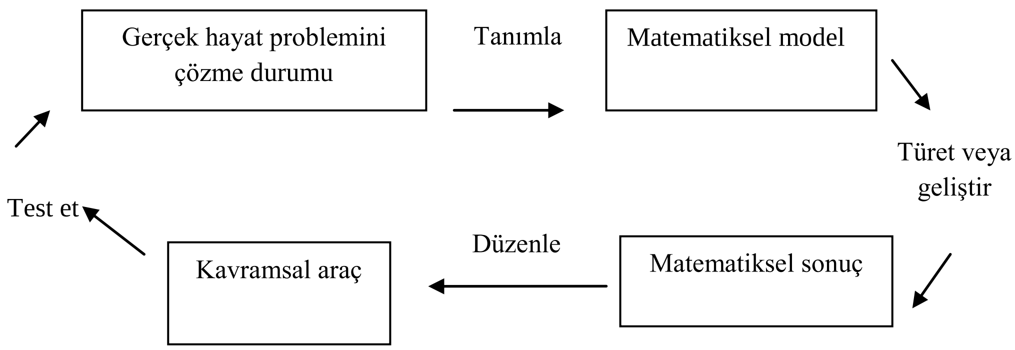
Bu yönüyle Şekil 2.2 ile Şekil 2.3' ün birbirini tamamlayıcı nitelikte olduğu söylenebilir. Ancak modeller hakkında en detaylı bilgiye Harrison ve Treagust (2000) tarafından yapılan sınıflandırma ile ulaşılabilir. Genel olarak modellerin sınıflandırılması şöyledir:

> "<u>*Ölçeklendirme modelleri*</u>*: Hayvanların, bitkilerin, arabaların ve binaların ölçeklendirilmiş modelleri; renkleri, dış şekilleri ve yapısal özellikleri tanımlamakta kullanılır*
> <u>*Pedagojik analojik modeller*</u>*: Bunların analojik olarak isimlendirilmesinin nedeni, modelin bilgiyi hedefle paylaşmasından ileri gelir. Pedagojik olarak isimlendirilmesinin nedeni ise, atom ve molekül gibi gözlenemeyen varlıkları öğrenciler için ulaşılabilir yapmak üzere öğretmenler tarafından açıklayıcı olarak geliştirilmelerinden kaynaklanmaktadır.*
> <u>*Simgesel veya sembolik modeller*</u>*: Kimyadaki semboller bu tür modellere örnek olarak verilebilir.*
> <u>*Matematiksel modeller*</u>*: Bu tür modellerde fiziksel özellikler ve süreçler, kavramsal ilişkileri ortaya çıkaran matematiksel eşitliklerle ve grafiklerle temsil edilebilir.*
> <u>*Teorik modeller*</u>*: İyi yapılandırılmış ve insanlar tarafından oluşturulan teorik temellerle tanımlanmış modellerdir.*

<u>Haritalar, diyagramlar ve tablolar</u>: Bu modellere örnek olarak periyodik tablo, soy ağaçları, hava durumunu gösteren haritalar, devre şemaları, kan dolaşımı sistemi ve beslenme zinciri gösterimleri verilebilir.
<u>Kavram-süreç modelleri</u>: Bir nesneden çok bir süreci veya kavramı temsil eden modellerdir.
<u>Simülasyonlar</u>: Simülasyonlar küresel ısınma, uçuşlar, nükleer reaksiyonlar, trafik kazaları gibi karmaşık süreçleri temsil etmede kullanılır.
<u>Zihinsel modeller</u>: Zihinsel modeller özel bir çeşit zihinsel temsildir ve bireyler tarafından bilişsel işlemler sonucunda üretilir. Bu modeller kararlı değildir yani değişebilir.
<u>Senteze dayalı modeller</u>: Senteze dayalı modeller, öğrencilerin kendi sezgisel modelleri ile öğretmenlerin sunduğu modellerin bir karışımı sonucund, oluşmaktadır."

2.4 Model Gelişim Döngüleri

Modellerin farklı amaçlara ve farklı disiplinlere hizmet etmeleri bakımından çok sayıda oldukları görülmektedir. Singer (2007) bu duruma insan beyninin diğer sistemleri algılamada modelleri kullanması ile açıklık getirmektedir. Singer' e göre modeller, içinde yaşadığımız dünyayı anlamak için temel araçlardır ve dolayısıyla modelleri oluşturma eğitimine okulun ilk yıllarında başlanmalıdır. Bu doğrultuda Şekil 2.4' te basit düzeyde bir model gelişim döngüsü verilerek modeller hakkında daha detaylı bilgi sunulması sağlanmıştır.

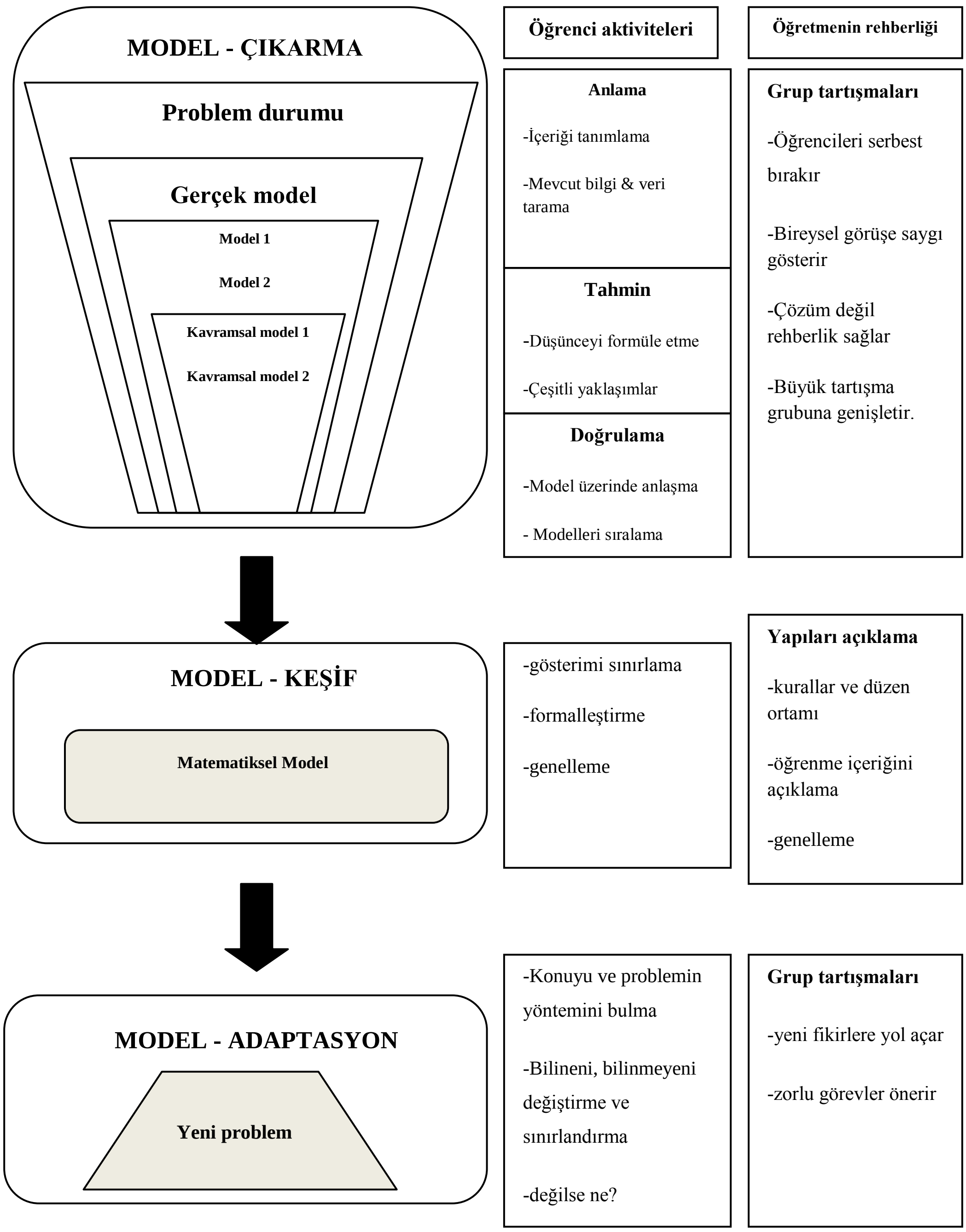


Şekil 2.4: Model Gelişim Döngüsü (Lesh ve Yoon, 2007: 167)

Bu şekle göre problem durumunun, matematiğin dünyasının dışında var olan tipik ilgi çekici sistemleri içermesi gerekir. Modelleme etkinliklerinin ilgili bağlantıları, ilişkileri ve çoklukları ya da verilenleri, istenenleri ve olası çözüm yollarını geliştirici olması beklenir. Böylece ilgili matematiksel araçlar kullanılabilir. Gelişim süreci genellikle bir modelleme döngüsünü içerir. Bu döngüde alternatif düşünme yolları yavaş yavaş sınıflandırılır, birleştirilir, düzeltilir ya da detaylandırılır

(Lesh ve Yoon, 2007). Spanier’ a (1980) göre modelden çıkarılan bilgi ile deney yolu ile elde edilen fiziksel kanıtın karşılaştırılması önemlidir. Bu karşılaştırma ile matematiksel modelin değerine karar verilir. Eğer modelin yetersiz olduğu görünürse değiştirilmelidir ve yeni nicel bilgilerle oluşturulmalıdır. Sonuç olarak Lesh ve Yoon’ a (2007) göre ürün, net bir cevaptan oluşmamalıdır. Bunun yerine benzer yapıdaki durumlarda kullanmak için geliştirilebilir bir kavramsal araç ya da karmaşık bir eser olmalıdır.

Matematiksel modelin gelişimine yönelik olarak Kim (2005) matematiksel modellemenin öğretim modelini ortaya koyar. Kim (2005) tarafından geliştirilen model Şekil 2.5’ te sunulmaktadır. Buna göre matematiksel modelin gelişimi; model-çıkarma, model-keşif ve model-adaptasyon olmak üzere 3 aşamalıdır.



Şekil 2.5: Matematiksel Modellemenin Öğretim Modeli (Kim, 2005)

Model-çıkarma aşamasında öğrencilerin problemi açık bir şekilde anlamaları, problemin içeriğini tanımlayarak gerçek modelleri oluşturmaları, grup tartışmaları ile problemi çözmek için modelleri tahmin etmeleri gerekir. Bu aşamada her bir grup ve her bir öğrenci model oluşturabilir. Problemi çözmek için çeşitli fikirler formüle edilir. Geliştirilen modeller problemi çözmeye uygun olup olmamalarına göre doğrulanırlar. Bu süreçte kavramsal modeller geliştirilir. Buradaki kavramsal modeller problemleri çözmede kullanılabilseler de gösterimleri farklılık gösterir ve farklı şekillerde anlamlandırılabilirler (Kim ve Kim, 2010).

Bu noktada problemin uygun bir şekilde matematikselleştirilmesi, bireyin bilişsel modellerini uygun kavramsal modellerle desteklemesine bağlıdır (Norman, 1983). Kavramsal modeller bir sistemi, bir problem durumunu veya bir düşünceyi açıklamak amacıyla kullanılan araçlardır (Wu, Nale ve Bethel, 1998). Kavramsal modeller; öğretmenler, bilim adamları ya da mühendisler tarafından hedef sistemin uygun, doğru, tutarlı bir şekilde temsil edilmesi amacıyla üretilen ve beş duyuyla algılanabilen yapılar olarak da tanımlanabilir (Norman, 1983). Bu bağlamda, matematiksel formüller, analojiler, grafikler, katı materyaller ve bilgisayar ortamında oluşturulan animasyonlar birer kavramsal model olarak kabul edilebilir (Örnek, 2008). Daha önce Harrison ve Treagust (2000) tarafından betimlenen modellerden bazıları kavramsal modellere örnek olarak verilebilir.

Belirtilen bu aşamada öncelikle öğrencilerin problem çözme sürecinde ne tür matematiksel modeller ürettiği ve bunların bilişsel ve kavramsal açıdan uygunluklarının tespit edilmesi önemlidir. Burada öğretmenlere görev düşmektedir. Öğretmenlerin, öğrencilerinin yanı sıra kendi düşünme süreçlerinin ve yaklaşımlarının farkında olmaları gerekir (Borromeo-Ferri ve Blum, 2009b). Model-çıkarma sürecinde öğretmen bireysel öğrenci görüşlerini destekleyen bir atmosfer oluşturmalı, problem çözümlerini açıklamak yerine öğrencilerin problemleri çözmek amacıyla modeller geliştirmelerinde onlara rehber olmalıdır. Her bir grupta geliştirilen modelleri doğrulama işlemi olarak tüm sınıf tartışmaları teşvik edilmelidir (Kim ve Kim, 2010).

Model-keşif aşamasında öğrenciler çeşitli kavram modelleri keşfederler, içerikleri genelleştirmenin yanı sıra gösterimleri formüle ederler, sınırlarlar. Bu aşamada öğrenciler matematiksel modeli formüle etme ve modelleri eleştirel bir şekilde analiz etme ve değerlendirme yönünde derin bir öğrenme etkinliğine dâhil olurlar. Öğrenciler öğrenilmiş içeriği yapılandırmalıdırlar ve düzenlemelidirler. Ayrıca matematiksel kavramları, açıklamanın yanı sıra sınıfça kabul edilecek matematiksel modelleri sunmalıdırlar. Bu aşamayı başarıyla bitiren öğrenciler oluşturdukları matematiksel modelleri, model-adaptasyon aşamasındaki farklı koşullara adapte edebilirler. Son olarak, öğretmen biraz modifiye edilmiş temayı öğrencilere sunar ve “değilse ne?” stratejisini kullanır. Öğrenciler kendi modellerini kullanarak problemlerin üstesinden gelirler. Problemlerin üstesinden gelme yeteneği, problem çözme yeteneğinden farklıdır. Öğrenciler modellerin kullanılacağı ve uyarlanacağı durumlar için fikir üretmeye teşvik edilmelidirler, hatta uğraşılan görevlerde modelleri kullanabilmelidirler (Kim ve Kim, 2010).

2.5 Matematiksel Modelleme Nedir?

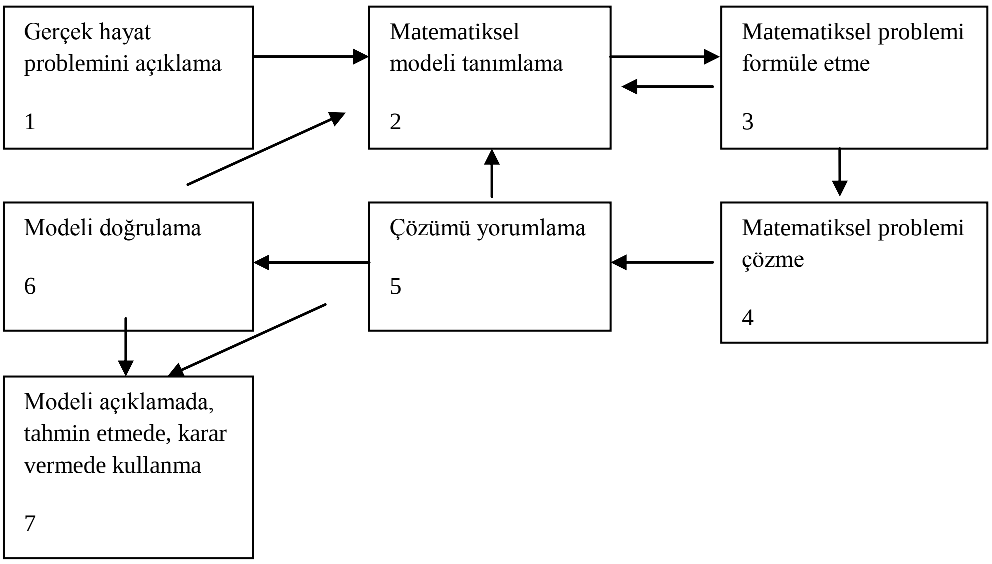
Modellere ilişkin tanımlamlardan yola çıkarak matematiğin gerçek dünya olaylarına ve problemlerine modelleme yoluyla çözüm üreten sistematik bir düşünme yolu olduğu söylenebilir. Burada “Modelleme nedir?” sorusu ile karşılaşılmaktadır. Matematik eğitimcileri modellemeyi *elde bulunan bir problemi matematiksel notasyonlara, gösterimlere çevirme* olarak tanımlamaktadırlar (Burkhardt ve Pollak, 2006; Niss, 1987; Kaiser; Blomhøj ve Sriraman, 2006). Bu bağlamda matematiksel modellemenin amacı gerçek dünyanın farklı yönlerini tahmin etmek, açıklamak, tanımlamak ve anlamak olarak ifade edilir. Ayrıca matematiksel modelleme gerçek hayat içinde yapılandırılmamış problemlere matematiğin uygulamasını da gerektirmektedir (Galbraith ve Catworthy, 1990).

Matematiksel modelleme, bireylerin karşılaştığı problemleri kendisi için anlamlı kılma, matematikten yardım alarak temsil etme ve çözüme ulaştırma çabası olarak da değerlendirilebilir (Lesh ve Doerr, 2003b). Matematiksel modelleme bir olgunun gözlenmesi, ilişkilerin açığa çıkarılması, matematiksel analizler yapılması, sonuçların elde edilmesi ve elde edilen modelin tekrar yorumlanması süreçlerini içermektedir (Swetz ve Hartzler, 1991; akt. Lingefjärd, 2006). Matematiksel modelleme; gerçek yaşam durumlarını matematik terimleriyle açıklama, bu matematiksel açıklamadan matematiksel bir sonuç elde etme, elde edilen sonuçları gerçek yaşam durumuna göre yorumlama ve değerlendirme süreci olarak da tanımlanmaktadır (Froelich, 2000).

Matematiksel modellemenin çeşitli tanımları olduğu Lingefjärd (2002) tarafından da belirtilmiştir. Lingefjärd’ a göre modelleme, lisede kullanıldığı şekliyle genellikle gerçek hayattan bir durumu anlamayı, duruma uygun değişkenleri ve bir ya da daha fazla temel fonksiyonu, problem durumunun bağlamında yorumlanabilecek bir sonuca ulaşmak amacıyla, kullanmayı gerektirmektedir. Belirtilen tanımlar incelendiğinde matematiksel modellemenin süreç ağırlıklı gelişim gösterdiği, odakta model oluşturmanın yer aldığı ve bu süreçte matematiğin bir araç olarak kullanıldığı görülmektedir.

2.6 Matematiksel Modellemenin Aşamaları

Matematiksel modelleme sürecinin ilk aşaması olarak, matematik terimleri içinde gerçek hayat probleminin formüle edilmesi gerekmektedir. Bu, durumu tanımlayan değişkenler ve bu değişkenlerle ilgili denklemler içeren bir matematiksel model inşa etmek demektir. Gerçek hayat problemi daha sonra analiz edilerek çözülebilecek matematik problemine dönüştürülür. Son olarak matematiksel sonuçlar, probleme yanıt aramak amacı içerisinde orijinal gerçek hayat durumu bağlamında yorumlanır (Pollak, 1970; Mason, 1988; akt. Lingefjärd, 2002).



Şekil 2.6: Modellemenin Temel Aşamaları (Lingefjärd, 2002)

Lingefjärd bu durumu Şekil 2.6’ da modellemenin temel aşamalarını sunarak açıklar. Şekil 2.6’ da birinci, altıncı ve yedinci aşamaların bulunduğu soldaki sütun gerçek dünyayı temsil eder. Üçüncü ve dördüncü aşamaların bulunduğu kısım sağdaki sütun olup matematik dünyasını, ikinci ve beşinci aşamaların olduğu ortadaki sütun ise bu iki dünya arasındaki bağlantıyı temsil eder. Ortadaki sütunda;

problem basitleştirilir, formüle edilir ve daha sonra elde edilen matematiksel sonuçlar orijinal gerçek hayat durumu içerisinde anlamlı olacak şekilde dönüştürülür.

Lingefjärd (2002) basit/kolay (straightforward) bir modelleme sürecinde bireyin aşamaları sırasıyla takip edilebileceğini ancak gerçekçi sonuçlar bekleniyorsa matematiksel modelleme sürecinin her zaman basit/kolay olmayacağını vurgular. Matematiksel çözümün mantıklı olduğu yeterince basit bir model ile tam olarak gerçek hayat durumunu yansıtan yeterince karmaşık bir model arasında çoğu kez gel-gitler vardır. Eğer model gerçekçi olmak için çok basitse, matematiksel sonuçlar olası gerçek hayat sonuçlarına dönüştürelemezler. Böyle bir durumda birey 6. aşamadan 2. aşamaya dönebilir ve daha gelişmiş bir model kullanarak süreci tekrarlayabilir. Pek çok durumda özellikle, sosyal bilimlerde 6. aşamayı tamamiyle bitirmek zordur, birey 5. aşamadan 7. aşamaya direk geçebilir. Diğer durumlarda, matematiksel model oldukça gelişmişse 2. aşamaya dönmek ve olası bir matematiksel çözüm elde etmek üzere modelin basitleştirilmesi gerekir. Doğrulama aşaması olan 6. aşama, modelin doğru gerçek dünya sonuçları sağlamak için oldukça basit olduğunu gösterir. Burada fiziksel gerçekle matematiksel gerçek arasında kaçınılmaz bir gel-git vardır. Bu noktada bir modelin inşası gerçeklik ve olabilirlik arasında köprü vazifesi görür, öyle ki süreç içinde en önemli ve en hassas aşama budur. Bu yönüyle matematiksel modellemenin zorlayıcı bir süreç olduğu ve üst düzey beceri gerektirdiği söylenebilir.

Czocher (2013) matematiksel modelleme üzerine yapılan eğitim araştırmalarını incelediğinde yaygın olarak belirtilen ya da varsayım olarak alınan üç görüş olduğunu vurgular. Bunlar: (1) matematiksel modelleme gerçek dünya (problemin ortaya çıktığı) ile matematiksel dünyayı (problemin temsil edildiği) birbirine bağlar (Niss, Blum ve Galbraith, 2007). (2) matematiksel modelleme geçici modellerin geliştirildiği ve inceltildiği döngüsel bir süreçtir (Blum ve Leiß, 2007; Lesh, Hoover, Hole, Kelly ve Post, 2000). Bu görüş matematiksel model inşasında ve hatta matematiksel modellerin değerlendirilmesinde esneklik sağlar. İlk olarak modelleyiciye yanlışlarını düzeltme fırsatı verir. Devamında ise modelleme sürecini inceleyen araştırmacılara matematiksel işlemlerin doğruluğunu değerlendirmenin veya matematiksel kavramların varlığını (veya düzeyini) değerlendirmenin ötesine taşıma fırsatı sunar. (3) matematik programının matematiksel modelle çalışma durumlarından çok modelin analizine daha çok zaman ayırdığının gözlenmesidir (Czocher, 2013).

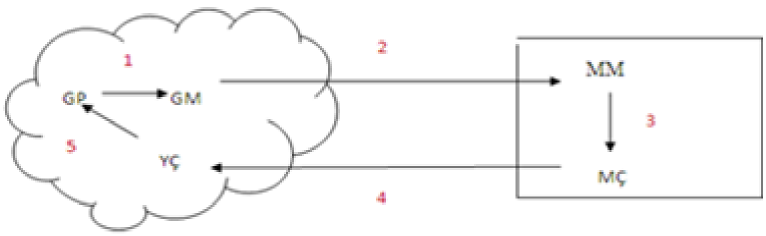
Benzer şekilde Sekerak (2010) da matematiksel modellemenin odağına problemde sunulan tüm verinin dikkatlice incelenmesini, matematiksel modeli inşa etmede bu veriyi kullanmayı, özgün olarak sunulan durumu tanımlayan matematiksel ilişkileri ve diğer gösterimleri koymaktadır. Buna göre modelleme sürecinin üç aşama içerisinde incelenebileceğini belirtir. Bu aşamalar sırasıyla: 1.aşama: bir model için gerekli başlama noktalarını belirlemek, 2.aşama: matematiksel model inşası ve 3.aşama: yapılandırılan modelin doğrulanmasıdır.

Başlama noktalarını belirleme, matematiksel modellemenin ilk aşamasıdır. Bu aşamada, başlama noktaları arasındaki ilişkilerin sınıflandırılması gerekmektedir. Bunun için de ilk olarak verilen hangi verinin ilgili olduğuna karar verilir. Daha sonra model içerisinde bu bilgiyi yapılandırmak gerekir. Veriyi sınırlandırma yeterliği de bu aşamada önem taşır. Bir sonraki aşama, uygun matematiksel model inşasıdır. Burada, birinci aşamada üretilen verinin matematik dili ile yazılması ifade edilir ki bu durum matematikleştirme olarak tanımlanmaktadır. Bu sürecin sonuçları matematiksel gösterimlerin bir çeşidi (örn. denklemlerin çeşitli türleri ve eşitsizlikler, fonksiyonlar, grafikler, geometrik şekiller) olacaktır. Bu aşama hayati önem taşır ve hala pek çok araştırmacının deneyimlerine göre oldukça zor görünmektedir (Sekerak, 2010).

Sekerak' a (2010) göre modelin inşasından, model analiz sürecini ayırmak modeller için sergiledikleri bileşenlere ve modelde kullanılan gösterimlere göre sınıflandırma yapma imkânı sunmaktadır. Bu durumda Sekerak farklı model türlerini ortaya koymuş ve orijinal problemin özelliklerine ve veri setine dayalı olarak model seçiminin gerçekleşeceğini belirtmiştir. Bu modeller şöyledir: 1. *aritmetik model*, işlem tabloları kullanır. 2. *cebirsel-analitik model*: denklemler, eşitsizlikler, denklem ya da eşitsizlik sistemleri-değişkenler, kümeler, fonksiyonlar, vektörler, matrisler. 3. *grafik model*de model grafikle gösterilir. 4. *geometrik model*de model şekillerle temsil edilir. 5. *birleşik model*, iki ya da daha çok listelenen türün öğelerini sergiler.

Son aşama, inşa edilen modeli doğrulamaktır. Bu aşamada modelin uygunluğu orijinal problemin bağlamında ele alınır. Model gerçek problemle çatışamaz, modelin her kısmı matematiğin kurallarına uygun olmalıdır ve problem durumunu yeterince tanımlamalıdır. Bu aşamada model tersine yorumlanır, dolayısıyla ‘dematematikleştirme’ gerçekleşir. Modelden çıkarılan sonuçlar yorumlanırken, herhangi bir çözümün orijinal problemin dilinde ve tarzında sunulması gerekir. Bu aşamada modelleme sürecinin bir kısmı olarak çözüm elde etme ve sonuçları yorumlama dikkate alınmaz (Sekerak, 2010).

Maaß’ a (2005) göre modelleme sürecinde matematiksel olmayan bir problem matematik yardımıyla çözülmektedir. Başlangıçta gerçek durum basitleştirilir, ideal hale getirilir ve yapılandırılır. Böylece durumun gerçek bir modeli ortaya çıkar. Bu gerçek modelin matematikleştirilmesi gerekir ki böylece matematiksel model ortaya çıksın. Matematiksel model içerisinde çalışarak bir matematiksel çözüm elde edilir. Bu çözüm gerçek hayat durumuna göre yorumlanır. İşlemler ve çözüm uygun referans değerleri ile doğrulanır. Eğer işlem ya da çözüm gerçekliği karşılamıyorsa tüm süreç ya da bazı kısımları tekrar edilir. Maaß (2005) süreci şöyle resmetmiştir:

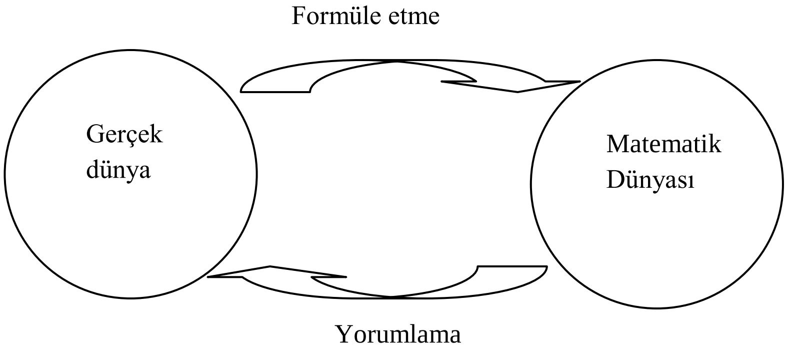


GERÇEKLİK MATEMATİK

GP: Gerçek hayat problemi	(1) basitleştirme, yapılandırma, ideal hale getirme
GM: Gerçek model	(2) matematikleştirme
MM: Matematiksel model	(3) matematiksel çalışma
MÇ: Matematiksel çözüm	(4) yorumlama
YÇ: Yorumlanmış çözüm	(5) doğrulama

Şekil 2.7: Modelleme Süreci (Maaß, 2005)

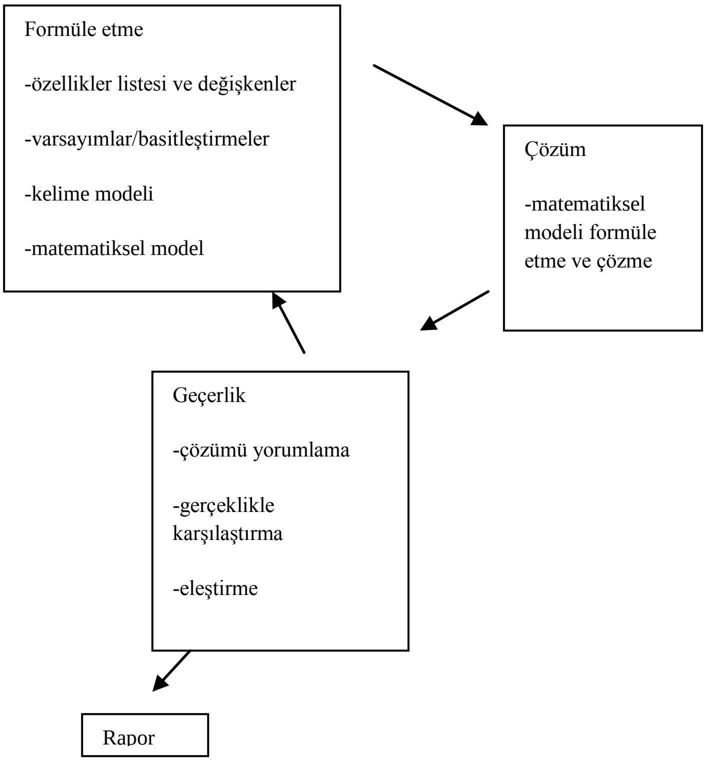
Verschaffel, Greer ve De Corte’ a (2000) göre matematiksel modelleme ile gerçek hayat problemi matematiksel olarak formüle edilir, matematiksel bir model oluşturulur, matematiksel işlemlerle sonuca ulaşılmaya çalışılır, matematiksel olarak elde edilen sonuç gerçek hayata göre yorumlanır. Bu ifadelerin açık ve net olarak görselleştirilmiş hali Şekil 2.8’ de verilmektedir.



Şekil 2.8: Matematiksel Modellemenin Basit Bir Görünümü (Berry ve Houston, 1995: 24)

Berry ve Houston' un (1995) matematiksel modellemenin basit bir görünümünü sunduğu Şekil 2.8 incelendiğinde, formüle etme ve yorumlama aşamalarının süreci tamamlamada anahtar rol üstlendiği görülmektedir. Hickman (1985) matematiksel modelleme yapabilmek için modelleme becerisine sahip olmanın ve süreci anlamanın önemine dikkat çekerken bu sürecin en iyi şekilde anlaşılması için formüle etme becerisinin geliştirilmesi gerektiğine işaret etmiştir. Bunu "*matematiksel modellemenin formüle etme aşaması kesinlikle karmaşık*" şeklinde belirterek modelleme sürecini bir bütün olarak problem çözme süreci ile ilişkilendirmiştir. Problem çözme becerisinin geliştirilmesi ile modelleme becerisinin de geliştirilebileceğini vurgulamıştır.

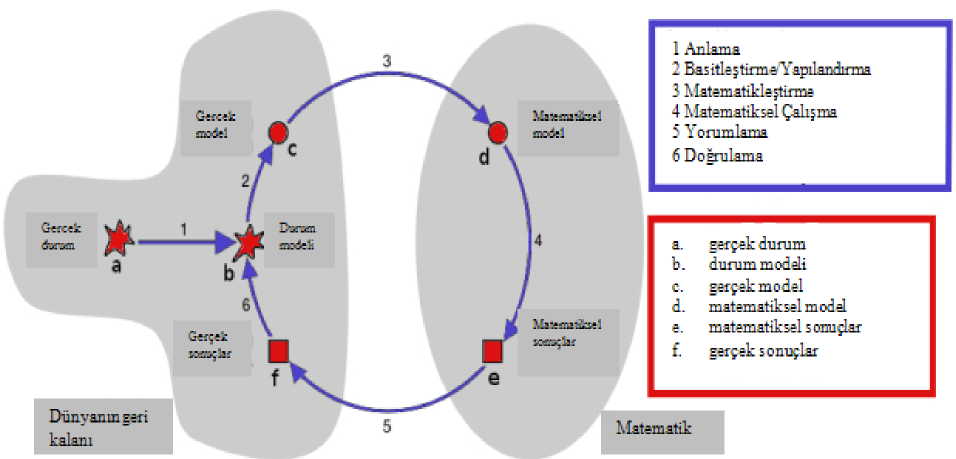
Benzer şekilde Berry ve Houston (1995) da gerçek hayat problemleri çözerek ve modellerin doğru formüle edilmesi için çalışarak modelleme becerisinin geliştirilebileceğini savunmuştur. Problem üzerinde çalışırken modeli formüle etmede, değişkenleri seçmek ve onlar arasında ilişki kurmak gerektiğine değinmiştir. Berry ve Houston matematiksel modelleme için yapılması gerekenleri problemi anlama, değişkenleri seçme, matematiksel modeli kurma, matematiksel problemi çözme, çözümü yorumlama, modeli doğrulama, modeli başka problemler için geliştirme, problem ve onun çözümünü gösteren bir rapor hazırlama olarak sıralamıştır. Berry ve Houston bu durumu Şekil 2.9 üzerinde açık ve net bir şekilde ortaya koymuştur.



Şekil 2.9: Modelleme Süreci (Berry ve Houston, 1995:40)

Blum' a (1996) göre matematiksel modellemede ilk olarak problem analiz edilir. Problemin geçmişi araştırılır ve varsayımlar oluşturulur. Her model bir amaç için oluşturulur ancak öğrencinin model ve problem durumu arasındaki ayrımın da farkında olması beklenir (akt. Keskin, 2008). Gravemeijer' e (1997) göre modelin amaçlar doğrultusunda uygun olup olmayacağına öğrenci karar vermelidir. Ayrıca Moscardini' nin (1989) de belirttiği gibi öğrenci elde edebileceği tüm verileri keşfetmelidir. Elde ettiği tüm veri ve parametrelerin doğruluğunu göstermelidir. Sonraki aşamada problemin matematiksel olarak tanımı oluşturulur. Berry ve Houston' a (1995) göre bu aşamada gerçek hayat problemi, matematiksel olarak ifade edilir. Bu bir denklem ya da bir grafik şeklinde olabilir. Moscardini' ye (1989) göre denklemlerin, formüllerin öncelikle doğru oluşturulması gerekmektedir. Bunun yanı sıra Zambujo' ya (1989) ve Rose' a (1974) göre matematiksel modellemede birçok matematiksel kavram, grafik, fonksiyon, yüzde hesabı, oran-orantı, olasılık, denklemler, ölçümler, matris, geometri ve istatistik kullanılmaktadır. Bu nedenle öğrencinin matematiksel modellemede başarılı olabilmesi için bu kavramları bilmesi gerekmektedir.

Modelleme sürecinin pek çok görselle deteklenmiş açıklamasının olduğu ortadadır. Bir başka örnek Blum ve Leiß' in (2005: 19) çalışmasında yer almaktadır (akt. Maaß ve Mischo, 2011). Blum ve Leiß (2005) durum modelini ayrı bir aşama olarak ekleyerek durumun anlaşılmasına dikkat çeker. Burada durum modeli, modelleme görevinde tanımlanan durumun anlaşılması esnasında öğrenci zorluklarını açıklama anlamında tanıtılmakta ve yapılandırmacı öğrenme anlayışına dayandırılmaktadır. Bu anlayışa göre modelleme sürecinde takip edilen aşamalar şunlardır: (1) gerçek durumu anlama yoluyla durum modeli; (2) durum modelinin basitleştirilmesi yoluyla gerçek model; (3) gerçek modelin matematikleştirilmesi yoluyla matematiksel model; (4) matematiksel model içerisinde çalışma yoluyla matematiksel çözüm; (5) çözümü yorumlama yoluyla yorumlanmış çözüm ve (6) yorumlanmış çözümü doğrulamadır. Bu 6 aşamalı modelleme süreci, verileri değerlendirme ve öğretme birimlerinin tasarımı için de temel oluşturmaktadır. Bu aşamaların idealleştirilmiş bir şema olarak görülmesi gerektiği belirtilir. Ancak burada belirtilen her aşamanın öğrencinin problemi çözerken seçeceği ve uygulayacağı bir yol olmayabilir. Öğrencilerin modelleme biçimleri de farklılık göstermektedir (Borromeo-Ferri, 2007). Bu durum daha sonra ayrıca belirtilecektir



Şekil 2.10: Durum Modelli ve 6 Aşamalı Modelleme Süreci (Blum ve Leiß, 2007)

Blum ve Leiß (2007) matematiksel modelleme sürecini Şekil 2.10 ile kavramsallaştırmışlardır. Burada gerçek durum/problem, gerçek hayatın içindendir. Problemi anlamaya çalışma modelleyicinin zihninde bir durum modeli ortaya koyar. Basitleştime/yapılandırma ise tanımlama, tanıtma ile değişkenleri ve koşulları belirtme olarak ifade edilir. Bu da gerçek modeli belirtir. Matematikleştirme yoluyla modelleyici gerçek modeli matematiksel olarak sunar. Matematiksel modelin kendisi matematiksel (cebirsel, grafiksel, vb.) olarak ifade edilen kilit değişkenler arasındaki bir ilişkidir. Matematiksel çalışma veya analiz gerçekleştirme matematiksel sonuçları doğurur ki daha sonra gerçekçi sonuçlar elde etmek amacıyla bu sonuçlar gerçek problem durumu anlamında yorumlanabilir. Elde edilen bu gerçek sonuçlar daha sonra doğrulama yöntemleri kullanılarak durum modeline göre kontrol edilirler. Son olarak birey kendi modelini arkadaşları ile paylaşır. Bu ise daha sonra raporlaştırma olarak ifade edilmiştir.

Şekil 2.10' a göre Czocher (2014) modelin aşamalarını kısaca şöyle tanımlamaktadır: [a] gerçek durum: gerçek dünyada gözlemlendiği gibi durum, [b] durum modeli: problemin kavramsal modeli, [c] gerçek model: problemin ideal versiyonu (matematikleştirme için temeldir), [d] matematiksel model: matematiksel terimler içinde model, [e] matematiksel sonuçlar: matematiksel probleme yanıt ve [f] gerçek sonuçlar: gerçek probleme yanıt.

Czocher (2014), Tablo 2.1' de modelin aşamalarına ek olarak, modelleme sürecinde yapılan geçişleri amaç ve belirteçler açısından açıklamaktadır.

Tablo 2.1: Modelleme Sürecinde Geçiş Tanımları (Czocher, 2014)

Geçiş	**Amaç**	**Örnek belirteç**
1. Anlama	Problemin ne sorduğu ile ilgili fikir oluşturma	Görevi okuma
2. Basitleştirme/ yapılandırma	Problem durumunun kritik bileşenlerini belirleme	Problemi basitleştirmek için varsayımlar yapma
3. Matematikleştirme	İdealize edilmiş gerçek modeli matematiksel olarak resmetme	Fikirleri matematiksel gösterimlerle yazma
4.Matematiksel çalışma	Matematiksel analiz	Belli cebirsel ya da aritmetik manipülasyonlar
5. Yorumlama	Matematiksel sonucu tekrar kavramsallaştırma	Problemin bağlamı içerisinde sonuçlar hakkında konuşma
6. Doğrulama	Gerçek dünyada sonuçları yorumlama	Yanıtın mantıklılığı konusunda üstü kapalı ya da açık ifadeler

Modelleme sürecine ilişkin olarak buraya kadar verilen tüm açıklamalar incelendiğinde gerçeklik ve matematik arasındaki geçişlerin modelleme etkinliklerinin (süreçte yapılanlar) temel taşı olduğu görülmektedir (Blum, 2002; Pollak, 1979). Bu doğrultuda modelleme etkinliklerini tanımlayan durum modelli süreç modeli Blum ve Leiß (2007) tarafından tekrar geliştirilerek modelleme döngüsü olarak sunulmaktadır. Modelleme probleminin çözüm süreci, idealleştirilmiş bir formda 7 basamaklı etkinlikler dizisi olarak tanımlanır. Modelleme etkinlikleri şöyledir;

1. Problemi anlama ve bireysel durum modelini inşa etme,
2. Basitleştirme ve durum modelini yapılandırma, böylece gerçek bir model elde etme,
3. Matematikleştirme, gerçek modeli matematiksel modele dönüştürme,
4. Bir sonuç elde etmek amacıyla matematiksel işlemlere başvurma,
5. Matematiksel sonucu genellikle yorumlama ve gerçek sonucu elde etme,
6. Orijinal durumdan yola çıkarak bu sonucu doğrulama, eğer sonuç tatmin edici değilse süreci 2. basamaktan başlatma,
7. Tüm çözüm sürecini sunmadır.

Öğrencilerin yinelenen süreç içerisindeki modelleme etkinliği Blum ve Leiß (2007) tarafından gerçek dünya ve matematiksel dünya arasındaki bağlantının sürekli olarak inceltilmesi şeklinde tanımlanır. Modelleme yaklaşımı içerisinde matematiksel gösterimlerin yinelemeli sadeleştirilmesinin ve modelleyicinin durumu yorumlamasının önemi vurgulansa (Lesh ve Yoon, 2007; Thompson ve Yoon, 2007) da bu durumun oluşmasının henüz açık olmadığı Czocher (2014) tarafından iddia edilmektedir. Czocher' e göre modelleyicilerin modellerini nasıl revize ettiklerine ilişkin güncel tanımlamalar, doğrulama etkinliğine dayanır ki burada bir modelin doğru tahminlerle sonuçlanması anlamında doğrulama açıklanmaktadır. Czocher öğrencilerin modellerini nasıl doğruladıklarına dair henüz bir tanımlama olmadığına işaret eder. Bu noktada, alandaki eksikliği tamamlama düşüncesiyle doğrulama etkinliğini standartlar belirleme yoluyla tanımlama yoluna gider. Doğrulama etkinliğinin tanımlaması Tablo 2.2' de sunulmuştur:

Tablo 2.2: Doğrulama Etkinliğinin Tanımlaması (Czocher, 2014)

Doğrulama amacı	**Doğrulama standardı**	**Tanımlama**
(i) Matematiksel sonuçlar	Matematiksel model	Hesaplama veya matematiksel analiz yoluyla elde edilen sonuçları matematiksel olarak kontrol etme
(ii) Matematiksel model	Durum modeli	Matematiksel modeli, modeli oluşturan bileşenleri veya ilişkileri problem durumunun yorumuna göre karşılaştırma
(iii) Matematiksel model	Gerçek model	Matematiksel modeli, modeli oluşturan bileşenleri veya ilişkileri problem durumunun ideal versiyonuna göre karşılaştırma
(iv) Gerçek sonuçlar	Durum modeli	Kuramsal çerçeve tarafından beklenen doğrulama türü
(v) Gerçek sonuçlar	Gerçek model	Gerçek modeldeki mevcut fiziksel ilkelere ve hesaba katılanlara karşı gerçek sonuçları karşılaştırma

Czocher' in (2014) Tablo 2.2' de sunduğu bilgilerle doğrulama etkinliğinin net olarak anlaşılmasına katkı sağladığı söylenebilir. Czocher matematiksel modelleme döngülerinin pek çok teorik modeli olduğunu belirterek bunların içerisinden Blum ve Leiß (2007) tarafından sunulan modeli önermektedir. Bu durumu ise şöyle açıklar:

"*Bu modelin kullanışlılığı daha fazladır. İlk olarak fiziksel bir durumun matematiksel gösterim içine dönüştürülmesi anlık ve kusursuz değildir. Dönüşümler aşamalar içinde gerçekleşir. İkinci olarak durumun kavramsal bir modelini oluşturmanın önemine açıkça dikkat çeker. Kavramsal modeli hem gerçek durumdan hem de onun matematiksel gösteriminden ayırır. Üçüncü olarak bilişsel faaliyetlerin tanımları ve aşamaların organizasyonu süreci yakından izleme fırsatı sunar.*"

Bu açıklamayla birlikte Czocher' in (2014) durum modelli matematiksel modelleme sürecine vurgu yaptığı görülmektedir. İlgili bölümde sunulan açıklamalarla matematiksel modelleme sürecine ilişkin genel bir tablo ortaya konmuştur.

2.7 Matematiksel Modelleme Perspektifleri

Son 20-30 yıldır matematiksel modelleme ve uygulamalarına ilişkin olarak yapılan tartışmalar incelendiğinde perspektiflerin uluslar arası boyutta çeşitlilik gösterdiği görülmektedir. Buna göre ilk perspektiflerin modelleme ve uygulamaları nedeniyle amaçlara dayandığı ancak Borromeo-Ferri' nin (2013) aktardığına göre Keiser' in (1995) ve Blum' un (1996) belirttiği modellemenin öğretim amaçlarının boyutları oluşturduğu ifade edilir. Bu amaçların ne özel bir yaş grubuna ne de düzeye odaklandığı ancak ilkokuldan liseye kadar öğrencilerin modelleme becerilerini geliştirmek amacıyla kullanılabileceği vurgulanmaktadır (Borromeo-Ferri, 2013).

Blum (2011) her öğretim gününe matematiksel modellemenin ve uygulamalarının dâhil edilmesine bir neden olarak 20 yıl önce kullandığı "amaçlar" kelimesi yerine "gerekçeler" kelimesinin kullanımını önermektedir. Bu doğrultuda genel eğitime katkı yapması anlamında matematiksel kapsamın öğrenilmesi ve derinleştirilmesi için modellemenin önemini göstermek amacıyla 4 gerekçe sıralar. Bunlar; (1) pragmatik gerekçe; uygulamaları ve modelleme örneklerini açık bir şekilde ve sürekli olarak iyileştirme anlamında sıralamayı, anlamayı ve gerçek hayat durumlarına hâkim olmayı içerir, (2) biçimlendirici gerekçe; modelleme etkinlikleri ile becerileri geliştirmektir, (3) kültürel gerekçe; katkılara odaklanır öyle ki gerçek hayat, matematiğin resmedilmesini sağlayabilir ve (4) gerçek hayat örnekleri öğrencilerin matematiğe olan ilgisini arttırmaya, motive etmeye ya da matematiksel kapsamın daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayabilir ki Blum bunu psikolojik gerekçe olarak adlandırmaktadır.

Alanyazın incelendiğinde farklı yaklaşımlara ve ilkelere dayanan matematiksel modelleme yaklaşımlarına rastlamak mümkündür. Bu yaklaşımlarda modelleme sürecinin basamakları benzerlik gösterse de sürece hâkim olan temel düşünce farklılaşmaktadır. Bu nedenle modelleme sürecine yön veren temel bakış açılarının anlaşılması sürecin ve süreç içerisinde ortaya konan matematik modelinin niteliğinin anlaşılmasına yardımcı olacaktır. Başta ICMI ve ICTMA etkinlikleri olmak üzere, alanyazın kapsamında yayınlanan araştırmalardan yola çıkılarak matematiksel modelleme sürecine yön veren bakış açıları ve temel yaklaşımlar Tablo 2.3' teki gibi sınıflandırılabilir.

Tablo 2.3: Modelleme Perspektiflerinin Sınıflandırması (Kaiser, 2005; Kaiser ve Sriraman, 2006; Kaiser, Sriraman, Blomhøj ve Garcia, 2007)

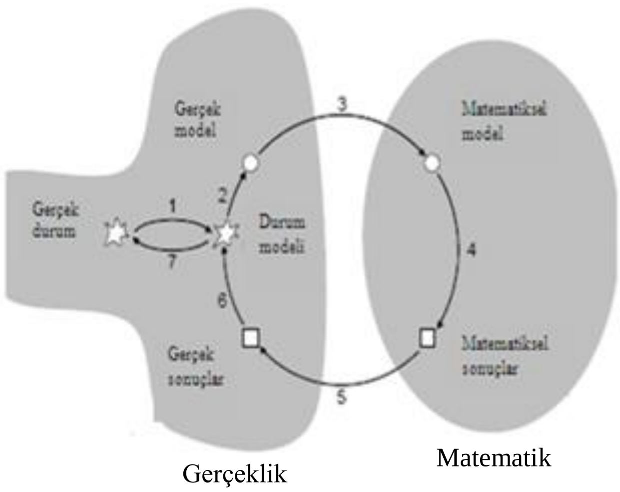
Perspektifin Adı	**Temel hedefler**	**Önceki Perspektiflerle İlişkiler**	**Kaynak**	**Önemli isimler**
Realistik veya uygulamalı modelleme	Faydacı hedefler, gerçek yaşam problemlerini çözme, gerçek hayatı daha iyi anlama, modelleme becerilerini geliştirme	Pollak'ın pragmatik yaklaşımı	Anglo-Saxon pragmatizmi ve uygulamalı matematik	Haines, Crouch, Izard, Neill
Bağlamsal modelleme	Konu ilişkili ve psikolojik hedefler. (Sözel problem çözme gibi)	Sistemler yaklaşımına neden olan bilgi işleme yaklaşımı	Amerikan problem çözme tartışmaları, günlük okul pratikleri	Sriraman, Lesh, Doerr
Eğitimsel modelleme; a) didaktik modelleme b) kavramsal modelleme	Pedagojik ve konu ile ilgili hedefler: a) öğrenme süreçlerinin tasarlanması ve geliştirilmesi b) kavramın tanıtılması ve geliştirilmesi	Bütünleştirici yaklaşım (Blum, Niss) ve bilişsel-hümanistik yaklaşımın daha fazla gelişimi	Didaktik teoriler ve öğrenme teorileri	Niss, Freudenthal, Henning, Keune
Sosyo-kültürel-eleştirel modelleme	Modelleme görevlerinin ait olduğu sosyo-kültürel ortam içerisinde değerlendirilerek modelleme sürecinin ve modelin eleştirel olarak incelenmesi	Özgürlükçü yaklaşım	Politik sosyolojideki sosyoeleştirel yaklaşım	
Epistemolojik veya teorik modelleme	Teori temelli hedefler (teori gelişimine katkı sağlama gibi): matematik etkinlikleri ile modelleme görevleri arasındaki bağlantının geliştirilmesi, matematiğin yeniden kavramsallaştırılması, modelleme açısından okul matematiğinin yeniden düzenlenmesi	"Eski" Freudenthal'in bilimsel-hümanistik perspektifi	Roman Epistemoloji	Brousseau, Chevallard
Bilişsel modelleme	Psikolojik hedefler a) modelleme sürecinde oluşan zihinsel süreçlerin analiz edilmesi ve bu zihinsel süreçlerin anlaşılması b) modelleri zihinsel resimler veya fiziksel resimler olarak kullanarak veya modellemeyi soyutlama, genelleme gibi zihinsel süreçler olarak ele alarak matematiksel düşünme süreçlerinin geliştirilmesi	Bilişsel Psikoloji	Blum, Leiss	Borromeo-Ferri

Realistik yaklaşım içerisinde matematiksel modelleme gerçek hayatta matematiğin pratik uygulamalarını ifade etmektedir. Burada matematiksel modeller ve gerçek hayat uygulamaları matematiksel modelleme tanımının odağında yer alır. Bunun yanı sıra matematikten farklı disiplin alanlarında matematiksel modelleme becerileri geliştirilirse toplumun gereksinim duyduğu bireylerin yetiştirilebileceği savunulur. Bu noktada realistik yaklaşım matematiksel modelleme becerilerini geliştirmeye yönelik problem durumlarının belirlenmesini önermektedir. Bağlamsal modelleme bakış açısının önemli temsilcilerinden Lesh ve Doerr (2003a) geleneksel problem çözme etkinliklerinden farklı olarak, günlük yaşam problem durumuyla başlayan ve bu problemle birlikte benzer başka problemler için de kullanılabilecek bir modelin sunumuyla sona eren modelleme etkinliklerinin problem çözmeye yepyeni bir boyut kazandırabileceğini göstermişlerdir.

Epistemolojik modelleme perspektifinin önemli isimlerinden biri olan Gravemeijer ve Stephan (2002) modellemeyi Gerçekçi Matematik Eğitimi yaklaşımı içerisinde inceler. Bu yaklaşımda öğrenciler ilk olarak problem durumuna uygun bir model geliştirirler. Daha sonraki aşamalarda bu model geliştirilerek daha soyut ve biçimsel modellere dönüştürülerek problem çözülür. Model-of ve model-for terimlerinin kullanıldığı bu yaklaşımda modelleme sürecinde model for diye belirtilen soyut modele ulaşılması önemlidir.

Bir başka perspektif olan sosyo-kültürel-eleştirel modelleme, matematiğin sosyo-kültürel boyutlarıyla ilgilidir. Bu perspektif matematiğin toplumdaki yerini vurgular ve matematiğin toplumdaki yeri, matematiksel modellerin doğası ve rolleri, matematiksel modellemenin toplumdaki fonksiyonu ile ilgili eleştirel düşünmeye dayanmanın gerekli olduğunu iddia eder. (Crawford, Saul, Mathews ve Makinster, 2005). Eğitimsel modelleme perspektifi bütünleştirici yaklaşımın bir devamı olan, öğrenme süreçlerinin oluşturulmasını ve kavramların anlaşılmasını ön plana koyar. Modelleme alanında geliştirilen yaklaşımların büyük çoğunluğu bu perspektif altında sınıflandırılabilir (Kaiser ve Sriraman, 2006).

Modelleme sürecini bilişsel bir perspektifle inceleyen bilişsel modelleme yaklaşımı yeni ortaya çıkan bir yaklaşımdır. Bu perspektif okulda modellemeyi öğretme amaçlarıyla bağlantılı standart bir yaklaşım olmadığı, aksine tanımlayıcı bir durumdan yola çıktığı için bir üstperspektif olarak adlandırılır. Bu perspektif temel amacı modelleme süreçlerini analiz etmek olup süreçte bireysel modelleme rotaları veya öğrencilerin modelleme etkinlikleri boyunca bireysel güçlükleri ve engelleri de belirlenmektir (Kaiser ve Sriraman, 2006). Bilişsel modellemenin öncülerinden biri de Borromeo-Ferri' dir. Borromeo-Ferri (2008) geliştirdiği modelleme döngüsünde farklı modelleme süreçlerinin ilk üç basamağını dikkate alarak bir sınıflandırma yapmıştır. Bu sınıflandırma ayrıntılı şekilde incelendiği takdirde, gerek bilişsel modelleme yaklaşımının gerekse farklı modelleme süreçlerinin anlaşılması kolaylaşacaktır.



1. Anlama
2. Basitleştirme/Yapılandırma
3. Matematikleştirme
4. Matematiksel Çalışma
5. Yorumlama
6. Doğrulama
7. Raporlaştırma

Şekil 2.11: Modelleme Döngüsü ve Modelleme Yeterlikleri (Borromeo-Ferri, 2008).

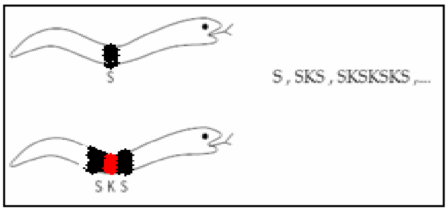
Şekil 2.11' de Borromeo-Ferri tarafından geliştirilen matematiksel modelleme döngüsü ve matematiksel modelleme yeterliklerine yer verilmektedir. Bu döngüye göre ilk olarak problem durumunun problem çözücü tarafından anlaşılması gerekir ki böylece durum modeli inşa edilebilsin. Daha sonra durum basitleştirilir, yapılandırılır ve durumun gerçek bir modeli ortaya konur. Matematikleştirme gerçek modeli belli denklemleri içeren matematiksel bir modele çevirir. Matematiksel çalışma (hesaplama yapma, denklemleri çözme, vb.) gerçek sonuçlar olarak gerçek dünyada yorumlanan matematiksel sonuçlarla son bulur. Bu sonuçların doğruluğu başka faktörler açısından incelenir. Ele alınan faktörler açısından sonuçlar sunulur.

Bu açıdan bakıldığında, modelleme süreci 7 aşamalıdır. Daha önce Blum ve Leiß (2005) tarafından sunulan durum modelli ve 6 aşamalı döngüye raporlaştırma aşamasının eklendiği görülmektedir. Burada aşamalar arasındaki ayrıma dikkat çekilir. Bu ayrımın matematik problemleri çözerken öğrenciler tarafından kullanılan modelleme süreçlerinin tekrar inşasında yarar sağladığı belirtilir. Çünkü öğrencilerin gerçek süreçleri tipik olarak doğrusal değildir, matematik ve gerçeklik arasında gel-gitler vardır (Borromeo-Ferri, 2007; Leiß, 2007)

7 aşamalı bu modelleme döngüsünün en belirgin avantajı, durum modeli, gerçek model, matematiksel model arasındaki ayrımdır. Bu çözüm süreçleri boyunca; verilen durumu anlamada, durumdan çıkarılan bilginin basitleştirilmesinde ve yapılandırılmasında ve durumun uygun bir matematiksel tanımını seçmede yaşanan zorluklar arasındaki ayrımı görme imkânı verir. Böylece modelleme sürecinin başında uygun, iyi amaçlanmış ve uyarlamalı müdahalelerin seçimi konusunda öğretmenlere de fayda sağlanmaktadır (Schukajlow, Leiss, Pekrun, Blum, Müller ve Messner, 2011).

Kim (2005) de dâhil olmak üzere diğer matematik eğitimcilerinin de şematize ettiği modelleme süreci; algoritmik bir süreç gibi gözükse de aslında değildir. Aksine problem durumunu formüle etmeyi içeren zorlayıcı bir yapıya sahiptir. Galbraith (1987) bu süreci uygun değişkenleri seçme, bu değişkenler arasındaki bağlantıyı ortaya çıkarma, bu değişkenlere ve bağlantılara bağlı olarak matematiksel bir model ortaya koyma ve bu modelin ve uygulamalarının test edilmesi süreci olarak belirtmektedir.

Modelleme sürecinin basit bir örneği, alanyazında bulunan yılan problemi ile sunulabilir. Problemde belli bir yılan türünden yola çıkılarak bu yılanın bir aylık olduğunda gövdesinde bir siyah halka belirdiği, her ay bu siyah halkanın ortasında kırmızı bir halka belirdiği ifade ediliyor. Takip eden aylarda bu değişimin devam ettiği ve her siyah halkanın ortasından bir kırmızı halka ile bölündüğü söyleniyor. Bunun üzerine belli bir yaşa gelmiş bulunan yılanın kırmızı ve siyah halka sayılarının bulunup bulunamayacağı sorularak 12 aylık bir yılan için kaç halkasının olduğunun bulunması isteniyor. Altun' un (2007) gerçekçi matematik eğitimi için kullandığı bu problem matematiksel modelleme için uyarlanmıştır.



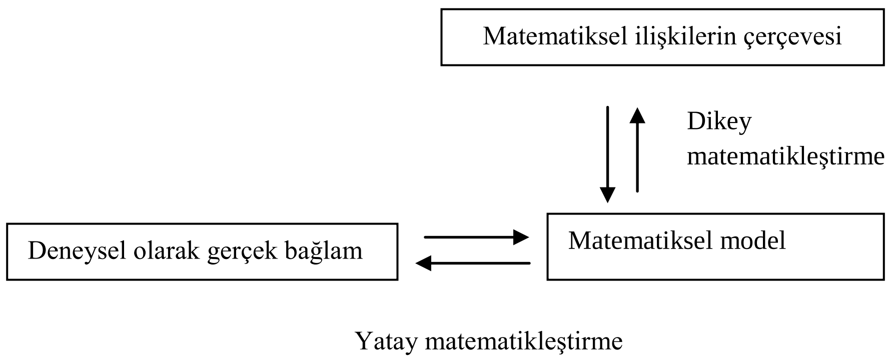
Şekil 2.12: Durum Modeli

Tablo 2.4: Gerçek Model

Aylar	**Siyah (S)**	**Kırmızı (K)**
1	1	-
2	2	1
3	4	3
4	8	7

Burada yılan fiziksel bir modeldir. Yılanın aylara göre resmedilmesi durum modeli olurken, aylara göre halkalar tablosu çıkarılması gerçek modeli oluşturmaktadır. Aylara göre halkaların sayısını veren genellemeye ulaşıldığında geometrik dizi kavramına ulaşılmaktadır. Bu süreçte yatay matematikleştirme gerçekleştirilerek geometrik dizi kavramı tanımlanır. Bu tanım (*İlk terimi a_0, ortak çarpanı r olan bir geometrik dizinin herhangi bir terimi $a_n= a_{n-1}.r$ şeklinde ifade edilir.*) bize matematiksel modeli vermektedir. Elde edilen bu matematiksel modele dayanarak farklı aylardaki halka sayısına doğru şekilde ulaşılmaktadır. Bu durumda modelin doğrulaması da gerçekleşmektedir. Bu durumda 12 aylık yılanın 2048 siyah, 2047 kırmızı halkası bulunmaktadır.

Burada dikkat edilirse matematiksel model oluşturulana dek yatay matematikleştirme sonrasında ise dikey matematikleştirme yapılmaktadır. Yatay matematikleştirme günlük dünyadan semboller dünyasına geçiş, dikey matematikleştirme ise sembollerle çalışma ve kavramlar arasında ilişkiler kurma amacıyla formüllere ulaşma şeklindeki daha yüksek düzeyli matematiğe ulaşmadır (Hauvel-Panhuizen, 1996; akt. Altun, 2007). Burada anlatılanları örnekleyen duruma Şekil 2.13' te yer verilmektedir.



Şekil 2.13: Yatay ve Dikey Matematikleştirme (Treffers, 1987)

Yatay matematikleştirme; organize etme, çevirme (tercüme etme) ve realistik (gerçekçi) problemleri matematiksel terimler içinde dönüştürmeyi kısaca gerçekliği matematikleştirmeyi ele alır. Dikey matematikleştirme, yatay matematikleştirmeyi matematiksel açıdan ele alır yani matematiksel aktiviteleri matematikleştirme ve matematiksel ilişkilerin bir çerçevesini geliştirmedir. Dikey matematikleştirme için yararlanılabilecek modeller, şemalar, semboller ve diyagramlardır (Treffers, 1987).

De Lange (1987: 43) yatay matematikleştirme bileşenlerini içeren bazı aktiviteleri şöyle sıralar:

- Bir gerçek hayat problemini matematiksel probleme aktarma,
- Bir gerçek hayat problemini bilinen bir matematiksel modele taşıma.

De Lange güçlü dikey matematikleştirme bileşenlerini içeren aktiviteleri şöyle sıralamaktadır:

- Bir ilişkiyi formülle gösterme,
- Düzenlilikleri sağlama,
- Modelleri inceltme ve ayarlama,
- Farklı modelleri kullanma,
- Modelleri birleştirme ve tamamlama,
- Yeni bir matematiksel kavramı formülüze etme,
- Genelleme.

Gerçekçi matematik eğitimi açısından ele alınan modelleme sürecine yılan problemi örneği ile kısaca değinilmiştir. Dikkat çeken bir durum, yatay ve dikey matematikleştirmeye ilişkin olarak sıralanan aktivitelerin doğrudan model çıkarma-keşif ve adaptasyon süreçlerinde öğrencilerden beklenen aktivitelerle benzerlik göstermesidir. Özellikle yatay matematikleştirme matematiksel modelleme sürecinde ifade edilen matematikleştirme sürecine karşılık gelmektedir. Matematiksel çalışma diye belirtilen aşama ise dikey matematikleştirme olarak ortaya çıkmaktadır. Bu yönüyle modelleme sürecinin daha somut ve anlaşılır hale geldiği düşünülmektedir.

Greer, Verschaffel ve Mukhopadhyay (2007) matematiksel modelleme teriminin sadece, bir durumun problemleştirildiği ve anlaşıldığı, matematiğe çevrildiği, matematiksel çalışıldığı, orijinal duruma geri dönüldüğü, değerlendirildiği ve iletişim kurulduğu bir süreç için kullanılmadığını belirtir. Bu açıklamayla birlikte ifade edilen modelleme türünün yanı sıra matematikleştirme için öğrencilerin bazı matematiksel modeller ve araçlara sahip olmaları gerektiği, model çıkarma etkinliklerinin matematiksel kavramların gelişimi için bir araç olarak kullanıldığı bir başka modelleme türü daha vardır. Gravemeijer (2007) bu modelleme türünü kendiliğinden gelişen modelleme (emergent modelling) olarak tanımlar. Bu modelleme uzun dönemli öğrenme süreci üzerine odaklıdır. Burada model informal, durumsal modelden (model of), genellenebilir matematiksel yapı (model for) içerisine gelişmektedir. Bu kendiliğinden gelişen modellerin etkinlikten ve durum hakkında akıl yürütmeden doğduğu düşünülebilir. Bu bağlamda, modelleri yapılandırma süreci ilerlemeci yönde yeniden düzenlenen durumlardan biridir. Model ve modellenen durum, modelleme etkinliği boyunca olgunlaştırılır ve eş zamanlı geliştirilir (Bonotto, 2010).

Modelleme üzerine teorik perspektifler incelendiğinde, Borromeo-Ferri (2013) realistik, epistemolojik ve eğitimsel modellemenin Avrupa' da daha yaygın olarak benimsendiğini ifade etmektedir. Her üç perspektifte de matematiksel modelleme gerçek dünya ve matematik arasında ileri ve geri çevirme süreci olarak anlaşılmasına rağmen, modellemenin nasıl öğretilmesi ve öğrenilmesi (hangi modelleme problemlerinin seçileceğine karar verme de dâhil olmak üzere) gerektiğine ilişkin sorulara ve hangi etkinliklerin modellemeye ilişkin olduğuna dair bir konsensus yoktur. Realistik modelleme Almanya, İngiltere, Hollanda, Danimarka ve İskandinav ülkelerinde yaygındır. Epistemolojik modelleme ise Roman ülkeleri ile temsil edilir ve İspanya, Portekiz, Fransa, İtalya' da yaygındır (Borromeo-Ferri, 2013).

2.8 Matematiksel Modelleme ve Matematik Öğrenme

Matematiksel modellemenin; problem çözme alanının ortaya çıkması, yeni matematiksel yaklaşımların geliştirilmesi ve matematik uygulamalarının yeni alanlarda ortaya konmasıyla birlikte matematik öğretim programında yer almaya başladığı ifade edilmektedir (McLone, 1973). D'Ambrosio (2009) matematiksel modellemeyi profesyonel eğitimin önemli bir bileşeni olarak görmektedir. Matematik eğitimine matematiksel modellemenin katılmasının yeni bir öğrenme ortamının oluşumuna önderlik ettiğini ve bu durumun da matematik öğretimi amaçlarına yeni bir yaklaşım getirdiğini iddia eder. Oluşan öğrenme ortamı açık sınıf uygulamasının bir şekli olarak ifade edilir (D' Ambroiso, 2009).

Maaß (2006) okullarda matematiksel modelleme ve uygulamalarına geniş çaplı olarak yer verilmeye başlandığını ifade etmiştir. Bu düşüncesine örnek olarak matematik eğitiminin bir amacı olan PISA çalışmasını vermiştir. PISA ile öğrencilerin günlük ve gelecekteki yaşantılarında matematiği kullanma kapasitelerinin geliştirilmesi vurgulanmaktadır. Bunun için de öğrencilerin günlük hayatla matematiği ilişkilendirmeleri ve gerçek hayat problemlerini çözme yeteneğine sahip olmaları gerekmektedir.

Kim ve Kim (2010), matematiksel modelleme ile problemin henüz yapılandırılmadığı bir durumda bile, öğrencilerin matematiksel nesneleri ya da elemanları problem durumundan çıkarabileceklerini ve verilen bir durum içinde yorumlayabileceklerini belirtir. Bu şekilde, öğrencilerin öz-denetimli öğrenmeyi gerçekleştirebileceklerini ve matematiksel model olarak bilinen yaratıcı bir ürün ortaya koyabileceklerini ifade eder. Bir başka deyişle, Kim ve Kim' e (2010) göre matematiksel model öğrencilere şöyle bir imkân sağlar: 1. Problemleri kendileri tanımlarlar, 2. İlgili bilgiye ulaşırlar, 3. Matematikten yararlanırlar. Ayrıca öğrenci tarafından gerçekleştirilen modelleme süreci ile ortaya çıkan sonuç, yaratıcı bir üründür.

Matematiksel modellemenin, karmaşık bir matematiksel aktivite olduğu ve modellemeyi öğretme, öğrenme ve uygulamalarının, matematiksel düşünme ve öğrenmede önemli bir yere sahip olduğu çeşitli araştırmalar tarafından da vurgulanmaktadır (Burkhardt ve Pollak, 2006; Kaiser, Blomhøj ve Sriraman, 2006; Niss, 1987). Singer (2007) gerçek hayat problemlerini modelleyerek aşağıda belirttiği yeteneklerin geliştirilebileceğini savunmaktadır:

- Matematiksel kavramlar arasındaki ilişkiyi tanımlama,
- Matematiksel durumlara dahil olan nicel, nitel, yapısal, bağlamsal bilgileri değerlendirme,
- Matematiksel kavramları kullanma,
- Bir bağlamsal durumun nicel ve nitel matematiksel özelliklerini ifade etme,
- Çözümleri uygun hale getirmek ve stratejileri keşfetmek için problem durumlarını analiz etme,
- Verilen durumu bölgesel veya küresel olarak karakterize etmek için algoritmalar geliştirmek,
- Orijinal bağlamı geliştirerek veya algoritmaları genelleyerek ya da ilerleterek özelliklerini genellemek.

Modelleme etkinliklerinin yararlarından biri, öğrenciler okul dışında karşılaşma olasılığı bulunan otantik gerçek hayat problemleri ile okulda öğrendikleri matematiği ilişkilendirmeleridir. Pollak' a (2011) göre öğrencilerin okulda gördükleri matematik ile kendi yaşamlarında kullanmaları için gerekli olan matematik arasında bir kopukluk vardır. NCTM' nin (1989, 1995, 2000) bu yöndeki önerileri dikkate alındığında bu bağı kurma girişimi içerisinde gerçek hayat uygulamalarına artan bir ilgi vardır. Bunun yanı sıra modelleme etkinlikleri ile matematiğin diğer disiplinlerle ilişkilendirilerek bu kopukluğun giderildiği ifade edilmektedir (Zbiek ve Conner, 2006).

English ve Sriraman (2010) öğrencilerin modellerle çalışırken aynı zamanda matematik öğrendiklerini savunmaktadırlar. Alanyazın incelendiğinde, matematiksel modelleme döngüsü içerisinde öğrencilerin gerçek dünyadan matematik dünyasına geçişte zorlandıkları da görülmektedir. Schwarzkopf (2007) bu durumun bazı araştırmacılar tarafından problemi sınırlama ya da anlamada zorlanmayla ilişilendirildiğini belirtirken Crouch ve Haines (2004) ise bazı araştırmacıların bunu varsayımları belirleme ve dillendirmeden duyulan rahatsızlık ile ilişkilendirdiğini ifade eder. Burada öğrencilerin modelleme becerilerinin önemli bir kısmının onların matematiksel ve matematiksel olmayan deneyimlerine bağlı olduğu belirtilmektedir (Czocher, 2013).

Bu noktada matematiksel modelleme ve uygulamaları üzerine hazırlanan ICMI çalışmasının 14. sayısı da duruma ışık tutmaktadır (Blum, Galbraith, Henn ve Niss, 2007). Matematiksel modelleme; öğrencilerin dünyayı daha iyi anlamalarına yardım, matematik öğrenmeyi (motivasyon, kavram oluşturma, anlayış) destekleme, çeşitli matematiksel yetenekleri ve tutumları geliştirmeye katkı sağlama, matematiğin yeterli bir resmine katkı sağlama anlamlarını ifade eder. Modelleme yoluyla matematik, öğrenenler için daha anlamlı hale gelir. Pek çok ülkede programda matematiksel modellemeye yer verme yaygın hale gelmektedir (Blum ve Borromeo-Ferri, 2009).

2.9 Matematiksel Modelleme Yeterlikleri

Matematiksel modelleme yeterlikleri süreçte önem kazanmaktadır. Ancak öncelikli olarak yeterlik kavramının tanımlanması gerekmektedir. Yeterlik kavramı, hayat boyu kazanılan bilgi, beceri, kabiliyet ve tutumların birleştirilmesi olarak açıklanabilir. Anahtar yeterlikler, farklı etkinliklerin bir çeşidinde kullanılabilen yeterliklerdir. Kazanılan bilgi, beceri ve tutumların sadece bir kısmını temsil eder. Sonuç olarak bilgi, beceri, yetenek ve tutumların bağlamı içerisinde çok fonksiyonlu olarak düşünülebilir. Pratik uygulamalar ve problem durumlarında bireyin bilgi, beceri, yetenek ve tutumları uygulama potansiyelini temsil eder. Anahtar niteliğinde katkıyı elde edebilmek için yeterliğin hem temel hem de yararlı olması zorunludur (Sekerak, 2010).

Matematiksel modellemeyi destekleyen yeterlilikler Sekerak (2010) tarafından şöyle ifade edilir:

- bir durumu modelleyecek uygun başlangıç noktalarına ya da probleme odaklanma,
- problemleri ve modellenmesi gereken durumları yapılandırma,

- matematikleştirme- Gerçek durumları tanımlayan nicelikleri ya da 3 boyutlu ilişkileri sergilemek için gerçekliği matematiksel bir yapıya dönüştürme süreci,
- uygun bir matematiksel model/ler üretme,
- problem ya da gerçek durum açısından modeli ispatlama,
- modeli düşünme, analiz etme ve sunma- yetersizlikleri ya da sınırlılıkları dahil etme,
- dematematikleştirme- tanımladığı 'gerçekliğe' ilişkin olarak matematiksel modeli yorumlama,
- modelleme sürecini izleme ve kontrol etmedir.

Ludwig ve Xu (2008) matematiksel modellemede yeterlilikler yerine yetenekler kavramını kullanmayı tercih etmiştir ve yetenekleri altı düzeyde incelemiştir. Bu düzeyler aşağıdaki gibidir:

Düzey 0: *Öğrenci durumu anlamamıştır ve problem hakkında somut herhangi bir çizim yapamamış ya da herhangi bir şey yazamamıştır.*

Düzey 1: *Öğrenci sadece verilen gerçek durumu anlar fakat durumu yapılandıramaz ve basitleştiremez ya da herhangi bir matematiksel fikirle ilişki kuramaz.*

Düzey 2: *Verilen gerçek durum incelendikten sonra, yapılandırma ve basitleştirme yoluyla gerçek modeli bulur ancak matematiksel problem içerisine nasıl aktarabileceğini/transfer edebileceğini bilemez. (kelime problemi)*

Düzey 3: *Öğrenci sadece gerçek modeli bulmakla kalmaz, ayrıca bunu uygun bir matematik problemine dönüştürebilir, ancak bununla açık bir şekilde matematik dünyası içinde çalışamaz.*

Düzey 4: *Öğrenci gerçek durumdan bir matematik problemini çekip çıkarabilir, matematik dünyası içinde bu matematik problemi üzerinde çalışabilir ve sonuçlar alabilir.*

Düzey 5: *Öğrenci matematiksel modelleme sürecini tecrübe edebilir ve verilen duruma ilişkin olarak bir matematik probleminin sonucunu doğrulayabilir.*

Burada "Düzey 0", görevi anlamadan önceki duruma karşılık gelir. "Düzey 1", görevi anlama ile durumu basitleştirme, yapılandırma ve durumun gerçek bir modelini ortaya koyma arasındadır. "Düzey 2", durumu basitleştirme, yapılandırma ve durumun gerçek bir modelini ortaya koymaya karşılık gelir. "Düzey 3", matematiksel modele karşılık gelir. "Düzey 4", matematiksel sonuçlarla karşılaştırabilir. "Düzey 5" ise öğrencinin tam bir modelleme döngüsünü doğrulama ile karşılaştırılabilmesi demektir (Ludwig ve Xu, 2008).

Blum ve Kaiser (1997), farklı alt-yeteneklerin matematiksel modelleme ile ilgili çalışmalar için önemli olduğunu belirtmiştir. Buradan hareketle Maaß (2006) modelleme yeteneklerini listelemiştir. Modelleme sürecinde gerekli olan bu yetenekler aşağıdaki gibidir:

- Gerçek modelden matematiksel model oluşturma yeteneği,
- Matematiksel modelde yer alan matematik sorularını çözme yeteneği,
- Matematiksel tarifin (modelin) geliştirilmesi ile gerçek hayat problemini çözme yeteneği,
- Modelleme süreci hakkında bilgiyi kullanarak modelleme süreci hakkında yeteneği yansıtmak,
- Matematik ve gerçeklik arasındaki ilişkiyi anlamak,
- Matematiği bir süreç olarak anlamak,
- Matematiksel sürecin amaçlarına, elde edilebilir matematik araçlarına ve matematiksel yeteneklere bağlı kalınarak matematiksel modellemeyi anlamak,
- Grupla çalışma ve matematik yoluyla ilişki kurma kabiliyetleri gibi sosyal yeteneklerdir,
- Gerçek hayat problemlerini anlama ve gerçeğe uygun model oluşturma yeteneği,
- Gerçek sonuçları gerçek hayata yorumlama yeteneği,
- Çözümü onaylama yeteneğidir.

Izard, Haines, Crouch, Houston ve Neill (2003) modellemeyi realistik açıdan ele almışlardır. Matematiksel modellemeyi, gerçek yaşamda matematiğin pratik uygulamaları olarak tanımlamaktadırlar. Izard ve diğerleri (2003) tarafından ortaya konan matematiksel modelleme becerileri ve açıklamaları şöyledir:

Tablo 2.5: Matematiksel Modelleme Becerileri ve Açıklamaları

Kodlama	Modelleme becerilerinin isimleri ve açıklamaları
A1	**Varsayımları sadeleştirme** Bir problemin çözümüne ilişkin tüm varsayımlardan en önemli olanlarını belirleme ve çözüm sürecine katkıda bulunmayacakları ayırma. Problem durumunu sadeleştirme yoluyla anlaşılır hale getirme.
A2	**Hedefi belirginleştirme** Belirlenen varsayımla birlikte hedefi belirgin hale getirme
A3	**Problemi formülleştirme** Problemi çözebilmek için alt boyutları belirleme ve alt problemler oluşturma
B1	**Değişkenleri, parametreleri ve sabitleri belirleme** Problemin çözümüne ilişkin matematiksel modeli ortaya koyacak değişkenleri, parametreleri ve sabitleri belirleme
B2	**Matematiksel ifadeleri formülleştirme** Problem durumu içerisinde sözel olarak belirtilen matematiksel ifadeleri cebirsel ifadelere dönüştürme ve cebirsel hesaplamalar yapma
B3	**Bir matematiksel model seçme ve uygulama** Problem durumunu ifade edebilecek en uygun modeli seçme ve problemi çözmede kullanma
C	**Çözümü açıklamada sözel ifadeleri kullanma**
D	**Çözümü açıklamak için grafik ve gösterim diyagramlarından yararlanma**
E	**Gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme** *Bulunan çözümün doğruluğunu, uygunluğunu gerçek hayat durumu üzerinde test etme ve çözüm sürecini gözden geçirme*

Matematiksel modellemenin öğretiminde hem dersin konusunu belirlemek hem de öğrencilerin modelleme performanslarını değerlendirmek için De Terssac (1996) öğrencilerin becerilerini üç kategoride sınıflandırır (akt. Keskin, 2008). De Terssac' ın belirttiği beceriler; (1) iletişim becerileri: çevirme, sunma, içeriği yorumlama, (2) müdahale (intervention) becerileri: bilgiyi kullanarak duruma göre hareket etme, (3) değerlendirme becerileri: belirleme, seçme ve doğrulamadır.

Öğrencilerin modellemeyi gerçekleştirebilmeleri için gerekli olan ya da üzerinde çalışmış oldukları modelleme görevlerinin değerlendirilebilmesine imkân sunan pek çok düzey, yeterlik, yetenek, beceri gibi kavramların ve açıklamalarının olduğu görülmektedir. Böyle farklı farklı kavramların ortaya çıkmasında farklı araştırmacıların modellemeye yükledikleri anlamların etkili olduğu söylenebilir. De Terssac tarafından sınıflandırılan becerilerin ise oldukça geniş kapsamlı olduğu açıktır.

2.10 Matematiksel Modelleme ve Problem Çözme

Modelleme etkinlikleri geleneksel problem çözme etkinliklerinden farklılık göstermektedir. Geleneksel sözel problemlerde pür matematiksel bir olguya gerçek yaşamdan alınan bir durum adeta sözcüklerle dikilen yapay bir elbise olarak giydirilir ve öğrenciden bu elbiseyi çıkarıp durumu sembollerle ifade edip sonuca ulaşması beklenir (Blum, 2002). Yani bu problemler gerçek yaşamda pek de karşılaşılmayan durumlardır. Bu tür problemlerin öğrencinin öğrenmesine katkısı olsa bile öğrendikleri matematiği sınıfın dışındaki (gerçek yaşamda) bir probleme uygulayabilmelerine imkân vermemektedir (Pollak, 1969). Bir başka ifadeyle geleneksel matematik öğretim yönteminde matematiksel model, kavram veya yapı öğrenciye hazır olarak verilir. Öğrenci hazır verilen bu modelleri zihinde bir yapılandırma sürecinden geçirse bile öğrenciler için çok anlamlı, gelişmiş ve farklı durumlara transfer edemeyebilir.

Problem çözmede modelleme yaklaşımı (Lesh ve Doerr, 2003a; Zawojewski ve Lesh, 2003) öğrencileri rutin olmayan gerçek hayat problemleri üzerine yoğunlaştırarak onların gerekli matematiksel yapıları oluşturmalarını, geliştirmelerini, tekrar gözden geçirmelerini ve oluşturdukları modelleri başka problem durumlarına genelleyebilmelerini amaçlamaktadır. Bu yaklaşıma göre geleneksel problem çözmede verilenler ile hedef arasında güçlü bir prosedür uygulaması söz konusu iken, modelleme problemlerinde verilenler ile hedef arasında birden fazla deneme prosedürü ve döngüsü bulunmaktadır. Bu nedenle modelleme yaklaşımına göre bir kişinin problemin çözümü için kesin bir çözüm bulmasından ziyade, bulduğu çözümü kontrol etme ve çözümü tekrar geliştirme daha önemlidir. Geleneksel problem türleri ve problem çözme süreçlerine alternatif olarak modelleme yaklaşımına uygun tek bir prosedürün ya da çözümü olmayan, açık uçlu ve rutin olmayan gerçek hayat durumlarının ve problem türlerinin matematik eğitimi için daha uygun olacağı düşünülmektedir. Böylece problem çözme öğrenci için gerçekten anlamlı bir aktiviteye dönüşebilecektir. Nitekim English ve Watters (2004) ilköğretim düzeyindeki öğrencilerle yaptıkları modelleme etkinliklerinin, öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerini ve problem çözme becerilerini geleneksel problem çözme etkinliklerinden daha fazla geliştirdiğini ortaya koymuşlardır.

Greer’ e (1997) ve Martin ve Bassok’ a (2005) göre geleneksel matematik sözel ve cebir problemleri, matematiksel düşünme yöntem ve stratejilerinden yoksundur. Bu nedenle öğrencilerin mekanik ve anlamsız çözümler bulmaktan öteye gidemedikleri belirtilir. Bu duruma ek olarak matematik eğitiminde kullanılan sözel problemlerin, öğrencilerin modelleme sürecini yaşamadan, problem cümlesindeki kelimeler ve cümle kalıpları sayesinde doğrudan denklemleri ve eşitlikleri yazdıkları ve doğru çözüme ulaştıklarıi ifade edilir. Bunun sebebi ise sözel problem metinlerinin öğrencilere standart hale gelmiş kalıp cümlelerle ve anahtar kelimelerle ipucu sağlaması şeklinde belirtilir. Schoenfeld (1992) tamamen sözel ve cebir problemlerini çözme üzerinde yoğunlaşan öğrencilerin üst düzey zihinsel ve üstbilişsel düşünme becerilerinin eksik kaldığına işaret eder. Bu eksikliğin öğrencilerin bir problemle karşılaştıklarında anahtar kelimelere ve hazır problem çözme modellerine göre hareket etmelerine sebep olduğu ortaya konmuştur. Buradan sözel problemlerin matematiksel modelleme etkinliklerinde bulunmaması gerektiği sonucuna ulaşılabilir.

Bu konuda Maaß (2010) kelime/sözel problemlerini bir matematik probleminin bilim ya da günlük hayattan ödünç alınan kelimeler içinde giydirilmesi olarak ifade eder. Standart uygulama problemlerinde uygun modelin hızlıca elde edildiğini ve gerçek hayat bağlamına fazlaca gereksinim duyulmadan çözümlenebildiğini belirtir. Modelleme görevleri için ise problemin mutlaka belirtilmesi ve işlemleştirilmesi gerektiğine dikkat çeker. Böylece çözüm, hem matematiksel hem de kavramsal standartlara göre değerlendirilmelidir.

Burada kilit nokta kelime problemlerinin gerçek modele indirgenmesidir, tüm gereksiz bilgiler ayıklanarak sadece problemin temel özellikleri bırakılır. Maaß (2010) kelime problemleri ile gerçek hayat problemlerini çözmede matematiğin nasıl kullanıldığını şöyle açıklar:

- Her matematiksel görev çözülebilir.
- Her zaman yanıt olarak kesin bir sayı vardır.
- Yanıtı bulmak için problem durumundaki tüm sayılar bir ya da daha çok matematiksel işlemle birleştirilir.
- Yeni matematiksel işlemler gerekli değildir.
- Extra matematik bilgisi göz ardı edilir çünkü bağlam yapaydır.

Modelleme etkinlikleri öğrencilere problemin yapısının önceden belirlenmediği durumlarda verilerle uğraşma imkânı sunar. Model inşa etme sürecinde temel becerilerden biri olan karar verme için öğrenciler sahip oldukları bilgiyi anlamlı şekilde organize etmeyi öğrenirler (Lesh, Middleton, Caylor ve Gupta, 2008). Modelleme etkinlikleri öğrencilerin amaçlı problem çözme becerilerini güçlendirmeleri için onlara fırsat verir.

2.11 Matematiksel Modellemeye Dayalı Öğretimin Temel Bileşenleri

Modelleme, odağındaki durumlar nedeniyle mevcut matematik öğretim yaklaşımlarından farklılaşmaktadır. Bu durumlardan ilki gerçekçi durumların matematikleştirilmesi için gerekli olan niceliklerin ve işlemlerin, genellikle geleneksel olarak öğretilen okul matematiğini aşmasıdır. Gerçekçi durumlar içinde gerekli olan nicelik türleri; yığınları, olasılıkları, frekansları, sıralamaları ve vektörleri içermektedir. Bunun yanı sıra gerekli olan işlemler de; kısaltma, düzenleme, seçme, nicelleştirme, ağırlıklandırma ve geniş veri kümelerini dönüştürmeyi kapsamaktadır (Doerr ve English, 2001; English, 2006; Lesh, Zawojewski ve Carmona, 2003).

İkinci olarak, modelleme problemlerinin standart kelime problemlerinden daha zengin öğrenme deneyimleri sunmasıdır (Hamilton, 2007: 4). Bu tür kelime problemleri çözerken çocuklar genellikle problem bilgilerini aritmetik nicelikler ve işlemler üzerine eşleştirdikleri bir ya da iki aşamalı bir sürece girerler. Pek çok durumda, problem bilgisi çocuklar için dikkatlice matematikleştirilmektedir. Çocukların yapması gereken, bilinen nicelikleri ve basit işlemleri kullanarak bir yanıt üretmede olduğu gibi problem bilgisini eşleştirerek matematiği ortaya çıkarmaktır. Bu kelime problemleri, problem çözme bağlamlarını ilgili kavramı yapay bir şekilde barındırmaya ve vurgulamaya sınırlamaktadır (Hamilton, 2007). Bunlar, zorunluluk dışında çocukları kendi matematiksel yapılarını inşa etmekten alıkoyar. Hamilton (2007) standart okul kitaplarında yer alan problemleri çözmenin, sınıf dışında problem çözmek için matematiği kullanmada gelişmiş yeterliklere yol açtığına dair oldukça az kanıt olduğunu ortaya koymuştur. Modelleme ise çocuklara kendi matematiklerini ortaya çıkarma imkânı sunar. Bu nedenle problemler, çocukların durumu anlamlandırmalarını gerektirir, böylece onlara anlamlı gelecek şekilde durumu matematikleştirebilirler. Bu da problem bilgisini yorumlamayı, ilgili nicelikleri seçmeyi, yeni nicelikleri ortaya çıkaracak işlemleri tanımlamayı ve anlamlı temsiller oluşturmanın döngüsel bir sürecini içermektedir (Lesh ve Doerr, 2003a). Üçüncü olarak, matematiksel modelleme sadece matematikten değil diğer disiplinlerden gelen konu alanları üzerine dikkat çeken ve yararlı sistemlerin veya modellerin oluşumunu temin eden gerçek hayat bağlamlarını kullanmaktadır (English, 2009).

Dördüncü olarak, modelleme problemleri, genelleştirilebilir modellerin gelişimini teşvik eder. İlkokul ve ortaokul öğrencilerinde ilgili durumlara uygulanabilen modellerin kullanımını teşvik eden modelleme problemlerinin kullanıldığı pek çok araştırma vardır (Doerr ve English, 2003, 2006; English ve Watters, 2005; English, 2008). Çocuklara ilk olarak bir modeli tanımlama, açıklama ya da verilen bir sistemin davranışını tahmin etme gereksinimi ile ilgili bir problem sunulur (model ortaya çıkarma problemi). Tekrar kullanılan ve genellenebilen modeller verilmesi, matematik ve fen öğrenme için modelleme yaklaşımındaki merkezi etkinliklerdir. Öğrenciler daha sonra genişletebilecekleri, keşfedecekleri, ilk problemde gelişen yapıları sınırlandıracakları ilgili problemleri çalışırlar (model keşif ve model uygulama problemleri). Çünkü çocukların nihai ürünleri; faktörleri, ilişkileri ve işlemleri bir araya getirmektedir.

Son olarak, modelleme problemleri grup üyelerinin karmaşık bir durumu çözen yerel bir topluluk gibi davrandığı küçük grup çalışması için tasarlanır (Lesh ve Zawojevski, 2007). Çocuklar kendi ürünlerini geliştirirler, değerlendirirler ve akranlarına sunmak için hazırlarlarken çok sayıda soru, konu, anlaşmazlık, gözden geçirme, çözüm ortaya çıkar. Ürünlerin diğerleriyle paylaşılması ve onlar tarafından kullanılması gerektiği için takımın ve diğer sınıf üyelerinin ürünleri dikkatli incelemeleri zorunludur (English, 2009).

2.11.1 Modelleme Görevleri/Etkinlikleri

Maaß (2010) önemli bir noktaya dikkat çekmektedir. Görevlerin özgünlüğü ve matematik eğitiminin didaktik değeri arasındaki denge modelleme problemlerini açıkça ortaya koymaktadır. Burada görevlerin inandırıcılığının üç yönü devreye girmektedir. Bunlar gerçeklikle ilişki (özgün, gömülü, yapay), bağlam ve öğrencinin bağlamla ilişkisidir (Czocher, 2013). Nitekim Maaß (2010) kelime problemlerinin tanımını yazılı kelimeler aracılığıyla taşınan tüm matematiksel problemleri içermesi için daraltır. Sonuç olarak, uygun matematiksel modelleme problemleri ve etkinlikleri ile matematiği öğrenmenin yanı sıra matematiğin gerçek yaşamda çok farklı yönlerini fark etme ve anlamanın gerçekleştiği belirtilir. Modelleme ise bu durumun gerçekleşmesinde mükemmel bir yol olarak sunulur. (Lingefjärd ve Holmquist, 2005).

Matematiksel modellemede bir diğer önem sunulan görevin doğasıdır (Zawojewski, 2010). Modelleme görevlerinde problemin mutlaka belirtilmesi ve işlemselleştirilmesi, çözümün ise matematiksel ve kavramsal standartlara göre değerlendirilmesi gerekir. Modelleme problemlerinin öğrencinin gerçek hayat ile matematiksel dünya arasındaki ilişkileri çalışmayı öğrenmesine imkân verme eğiliminde olması kilit noktadır. Modelleme görevlerinde modelleyicinin durumu kavramsallaştırması, deneysel bilgi (modeli doğrulama için kullanılan) ve matematiksel modelin sembolik (grafiksel, sayısal, vb.) ifadesi arasında bir tampon olarak görev yapar (Czocher, 2013). Problem çözme ile matematiksel modelleme arasındaki ilişkiye dikkat çeken çalışmalar bulunması nedeniyle Zawojewski (2010) problem çözme ve matematiksel modelleme arasındaki ayrım için özetle problem çözmenin "ne yapılması gerektiğine" modellemenin ise "düşünme yollarına" odaklandığını ifade eder.

Kehle ve Lester' e (2003) göre modelleme hem bir dizi davranış hem de bir problem hakkında düşünmenin bir yolu olarak ifade edilir. Burada belirtilen davranışlar; tanımlamayı, açıklamayı ya matematiksel terimler içinde olguyu yorumlama yatkınlığı içerir (Lesh ve Yoon, 2007). English, Fox ve Watters (2005) modellerin günlük hayatta önemli bir araç olduklarını belirtirler ve bu durumu modellerin gerçek hayat durumlarının anlaşılır şekilde yorumlanmasına imkân vermeleri ile açıklarlar. Bunun yanı sıra matematiksel modeller matematiksel düşünmenin ürünleridir. Burada modelleyicinin karmaşık bir sistemi sembolleri ve özellikleri kullanarak kompakt bir gösterime indirgemesi gerekir. Ancak bu şekilde sistemin temel bileşenleri hakkında bağlantı kurulabilir. Modelleyicinin matematiksel gösterim oluşturması için akıl yürütme, doğrulama ile matematiksel becerileri ve kavramları ilşikilendirmesi gerekir. Modelleyicinin başarısı modele anlam katmak amacıyla bilgiyi nasıl işlediği, kavramsal modelleri nasıl kullandığı, nasıl sembolleştirdiği ve sembolik sezgisini nasıl kullandığına ilişkin dikkate aldığı bilginin bir fonksiyonu olarak belirtilir (Shternberg ve Yerushalmy, 2003)

Modelleme etkinliklerini diğer etkinlik türlerinden ayıran 6 fark vardır. Bunlar; etkinliğin başlama noktası, gerekli ve gereksiz değişkenlerini ayırt etme ihtiyacı, problemi ideal hale getirme gereksinimi ve uygulanacak matematiksel teknikleri seçme fırsatı, yaklaşımların çeşitliliği, sürecin başında ve sonunda gerçek hayat ve model arasında geçiş ihtiyacı, döngü içinde ilerleyen çalışma olmasıdır. Bunun yanı sıra modelleme etkinliklerini problem çözmeden ayıran en önemli farklardan biri etkinliğin başlama noktasıdır. Modelleme etkinlikleri bir problem bularak başlar (Pollak, 2011). Doerr, Arleback ve O'Neil' e (2013) göre, matematiksel modelin inşası model-ortaya çıkarma etkinlikleri ile başlar. Problem çözme ve ders kitabındaki alıştırmalar modelleme etkinliklerine özgü olan bu ilk adımı atlar. Modelleme etkinliğinde ilk olarak bir problem sunulur, ikinci olarak hangi bilginin önemli hangisinin önemsiz olduğuna karar verilmesi gerekir. Zawojewski (2010) problem çözmeyi *"verilenden isteneni elde etmek istendiğinde problemi çözmek için işlemler, adımlar gibi bir araştırmadan oluşur"* olarak tanımlar. Aslında problem çözme etkinliğinin başlama noktası gerekli olmayan bilginin ihmal edilmesini öneren bir prosedürü seçmektir. Modelleme etkinliklerinin başlama noktası ise ele alınan değişkenlerden hangisinin model kurmada kritik olduğunu belirlemektir.

Blum ve Niss' e (1991) göre gerçek modelin verisinin, kavramlarının, ilişkilerinin, durumun matematikleştirilmesi ve varsayımların matematiğe dönüştürülmesi gerekir. Böylece orijinal durumun bir matematiksel modeli ortaya çıkar. Eğer problem matematik diline çevrilirse gerçek hayat durumu ideal hale gelir. Bütün modeller problemin tercüme edilmesini gerektirdiğinden, çok çeşitli teknikler işe koşulabilir. Buna karşın tüm ders kitabı alıştırmaları matematik dili kullanılarak yazılmaktadır. Bu da kullanılacak tekniklerin sayısını sınırlamaktadır.

Modelleme etkinlikleri farklı yaklaşımlara da yol açmaktadır (Doerr ve English, 2003; Dominguez, 2010). Bu beklenen bir durumdur çünkü modelleme sürecinde öğrencilerin çok sayıda karar vermesi gerekir. Modelleme etkinlikleri gerçek hayat sorunlarından doğar, bu nedenle çözümlerin gerçek hayat bağlamında anlaşılır olması gerekir. Modelleme etkinliklerinde matematiksel adımlar doğru olsa bile sonuçların dış dünya bağlamında mantıklı olduğundan emin olmak gerekir (Pollak, 2011). Zawojewski' ye (2010) göre modelleme etkinlikleri bireylerin görevde verilen bilgiyi ve gerekli sonucu yorumlamalarını gerektirir. Buna karşın öğrenciler problem çözme teknikleri kullandıklarında problemin bağlamını göz ardı edebilirler (Köhler, 2002).

Modelleme etkinlikleri tipik olarak bir döngüyü ya da doğrusal olmayan bir yolu izlerler. Sık sık revizyon ve arıtma sürecinden geçerler (Blum ve Niss, 1991; Lesh ve Doerr, 2003b; Niss, Blum ve Galbraith, 2007; Pollak, 2003; Zbiek ve Conner, 2006). Problem çözmede ise başlangıç ve son evre ya da verilenler ve istenenler sabittir (Zawojewski, 2010). Sonuç olarak problem çözmede mevcut bir dinamik değişim süreci yoktur. Bu nedenle belli bir konuyu öğrenmeye ilişkin organize edilmiş doğrusal bir yolu takip eden aşamalar kullanılarak ders kitabı alıştırmaları çözülebilir.

2.11.2 Matematiksel Modelleme ve İşbirlikli Öğrenme

Matematiksel modellemeye ilişkin olarak yapılan çalışmalar incelendiğinde, matematiksel modellemede görev tasarımının günümüze dek öncelikle grup çalışmasına (English, Fox ve Watters, 2005), ders boyunca süren projelere (Huber, 2009) veya modelleme döngüsünde belli aşamalar içerisindeki becerileri değerlendirmeye odaklandığı görülmüştür. Modelleme döngüsünde belli aşamalar içerisindeki becerileri değerlendirmenin de ya modelleme becerilerini öğrenmeyle (Haines, Crouch ve Davis, 2001) ya da matematik öğrenmeyle (Zbiek ve Conner, 2006) ilişkilendirildiği tespit edilmiştir.

Barbosa' ya (2003) ve Goldfinch'e (1992) göre matematiksel modellemede en çok görünür özellik, öğrencilerin grup çalışması içinde bulunmalarıdır. Burada öğretmenin rolü yoktur diye düşünülmemelidir. Ikeda ve Stephens (2001) tarafından ifade edildiği gibi öğretmen, matematiksel modelleme sürecinde öğrencilerin sorgulama yapabilmelerine ve bunu yansıtabilmelerine ihtiyaç duymaktadır.

Skovsmose (1990) ve Keskin' in (2008) aktardığına göre Barbosa (2004), matematiksel modelin tartışılmasının matematiksel, teknik ve matematiğin sosyal bilimlerdeki uygulamalarındaki rolü olacak şekilde üç tarzda olabileceğini belirtir. Ikeda ve Stephens (2001) ise, küçük gruplara ayrılmış tüm sınıf tartışmalarının, iyi yapılandırılmış sorularla birlikte, öğrencilerin modelleme hakkındaki düşüncelerinin gelişmesinde yardımcı olacağını ifade eder.

Matematiksel modelleme etkinliklerinde grup çalışmasının önemi birçok araştırmacı tarafından vurgulanmaktadır. Zawojewski, Lesh ve English' e (2003) göre geleneksel matematik problem çözme aktivitelerinde, çözülmesi beklenen bir matematiksel (nümerik) sonuç olduğu için paylaşılmaya ihtiyaç yoktur ve bu nedenle sosyal yönü çok zayıftır. Ancak matematiksel modelleme etkinliklerinde model oluşturma ve modeli genelleme ilkeleri, geliştirilen bir modelin paylaşılabilir ve tekrar kullanılabilir olmasını sağlamaktadır. Modelleme etkinliklerinin bu yönüyle sosyal paylaşımı arttırdığı söylenebilir.

Modelleme etkinliklerinde grup çalışmaları sürecinde her bir öğrenci kendi dış temsilleriyle problemi yorumlamakta ve bu yorumlar grupça tartışılmaktadır. Her bir bireyin ortaya attığı model tartışılıp değerlendirildikten sonra en uygun model oluşturulmaktadır. Oluşturulan modelin kullanılabilirliği için öğrencilerin her bir süreci, yöntem ve stratejiyi açıklaması önem taşımaktadır (Zawojewski, Lesh ve English, 2003). Bu bağlamda sınıf tartışmaları yoluyla elde edilen çözümlerin paylaşılması kaçınılmaz olmaktadır.

Bireyin sosyal gelişimi açısından grup çalışmalarının eğitimde yeri ve önemi tartışılmazdır. Matematik eğitimi açısından bakıldığında grup çalışması biçimsel (formal) olmayan matematiksel birçok fikrin tartışılıp reddetmenin yanı sıra; bir matematiksel modeli ya da fikri oluşturmak, geliştirmek ve o fikir hakkında yorum yapmak ve grupça tartışılan bu fikri kendi fikir altyapısıyla birleştirme sürecidir (Hoyles, 1985; akt. Ubuz ve Haser, 2002). Bu şekilde oluşan matematiksel anlam modelleme yaklaşımında da bahsedildiği gibi (Zawojewski, Lesh ve English, 2003) sosyal etkileşimin ve tartışmanın bir ürünüdür. Tartışma esnasında konuşmanın iki farklı yönünden bahsedilebilir: Kişinin kendi düşüncelerini açık bir şekilde ifade etmesi ve bu düşünceleri diğer grup üyelerinin anlayabileceği şekilde aktarabilmesidir. Bu iki yön, çalışma yapan bir grubun üzerinde çalışılan işi diğer grup üyelerine anlatmaları ve bir fikir birliğine varmalarına yardımcı olur (Hoyles, 1985; akt. Ubuz ve Haser, 2002).

2.11.3 Matematiksel Modellemede Öğretmenin Rolü

Modelleme sürecinin matematik eğitiminde benimsenmesiyle gerek sınıflarda kullanılan etkinliklerin doğasının gerekse öğretmenin süreç içersindeki rolünün değiştiği dikkati çekmektedir. Modellemenin etkili öğretmenleri aktif, öğrenci merkezli, bağlamsal pedagojiyi işe koşar. Ayrıca öğretmenlerden, öğrencilerinin mevcut çözüm yollarını belirlemesi ve yorumlamasının yanı sıra bu çözüm yollarını ve düşüncelerini düzenlemelerine, geliştirmelerine imkân tanıyacak ortamlar oluşturması beklenmektedir (Doerr, 2006).

Araujo ve Salvador (2001) modelleme projesinin neticesinde iyi bir değerlendirme yapılabilmesi için öğrencilerin öğretmen ile yoğun bir etkileşim içinde olması gerektiğine dikkat çekmiştir. Bu bağlamda sınıf aktiviteleri olarak araştırmalar, projeler, tezler, sınıf/ders sunumları verilirken sınıfta çalışma yöntemleri bireysel ya da grupla çalışma şeklinde olabilmektedir. Ancak daha çok grup çalışmaları tercih edilmektedir. Grupları öğrenciler ya da öğretmen belirlemektedir (Antonius, Haines, Jensen, Niss ve Burkhardt, 2007). Bir diğer dikkat çekici durum ise modelleme yapılırken cevaba ulaşmaktan ziyade problem çözme sürecinin bilinçli bir şekilde yürütülmesi gerekmektedir (Kaf, 2007).

Berry ve Nyman (2002), öğrenciler küçük gruplar halinde çalıştığında işbirlikli takım çalışmasını başarılı kılmak amacıyla öğretmenin yapması gerekenleri şöyle sıralamıştır;

a. Öğrencileri birlikte çalışmaya, diğer takım üyelerini dikkatlice dinlemeye ve paylaşılan fikirleri geliştirmeye teşvik etmeli,

b. Her takımın bir takım çözümüne ulaşmasını teşvik etmeli,

c. Her takım için uygun bir tempoda çalışmalı,

d. Takım içinde ve takımlar arası rekabeti teşvik etmemeli (rekabet negatif yönde gelişme ve bireysel çalışma stiline neden olabilir),

e. İşbirlikli değerlendirme süreçleri kullanmalıdır.

Öğretmenin bir diğer görevi ise uygun modelleme görevlerini hazırlamaktır. Bu konuya ilişkin olarak Blum ve Borromeo-Ferri (2009) görsel, analitik ve karma olmak üzere üç tür matematiksel düşünme stiline dikkat çekmiştir. Modelleme etkinliklerin bu durum dikkate alınarak hazırlanabileceğini belirten Borromeo-Ferri matematiksel düşünme stillerini şöyle açıklamıştır:

Görsel düşünme stili (resimli-bütüncül düşünme stili): görsel düşünenlerin tercihleri, mevcut örnekleyici gösterimler ile matematiksel gerçekleri ve ilişkileri anlamanın yanı sıra farklı ve içsel resimli yaratımlar ve dışsallaştırılmış resimli gösterimler şeklindedir. İçsel yaratımlar tecrübe edilen durumlarla kurulan güçlü ilişkiler tarafından oldukça etkilenmektedir.

Analitik düşünme stili (sembolik-açımlayıcı düşünme stili): analitik düşünenlerin tercihleri içsel formal yaratımlar ve dışsallaştırılmış gösterimler yönündedir. Onlar mevcut sembolik ya da yazılı gösterimler yoluyla matematiksel gerçekleri kavrayabilirler ve açık bir şekilde görüşlerini usüllere uygun olarak ifade edebilirler.

Karma düşünme stili: Karma düşünenler aynı bölümler içinde olmak üzere görsel ve analitik düşünme yollarını benzer genişlikte birleştirirler.

Borromeo-Ferri (2008) bireysel modelleme yollarının matematiksel düşünme stillerine göre farklılaştığı sonucuna ulaşmıştır. Buna göre öğretmen çalışma gruplarını, bireylerin matematiksel düşünme stillerine göre belirleyebilir. Çalışma grupları belirlendikten sonra gruplara problem durumu ya da proje verilir. Problem alt problemlere ayrılarak üyelere dağıtılır. Bireysel yanıtlardan problemin yanıtına ulaşılır. Yanıtlar sınıf ortamında tartışılır. İşbirliği çok önemlidir. Öğretmenin soracağı stratejik sorular şunlar olmalıdır **(**Antonius, Haines, Jensen, Niss ve Burkhardt, 2007):

1. Daha fazla biliş ötesi bilgi için: *"Ne dedin?", "Ne buldun?", "Daha sonra ne diyeceksin?", "Bu sana ne anlatacak?",*

2. Özel stratejilere odaklanan bilgiler için: *"Bazı özel durumlara dikkat ettin mi?", "Hiç tanıdığın yapılar gördün mü?", "Bunu farklı yollarla sunduğunda o sana yardım edebilmeli. Farklı metotların kullanımını karşılaştırmayı denedin mi?",*

3. Az ayrıntılı rehberlik için: *"O iki alanın farklılığı değil midir?", "Doğrusal uygunluğu neden denemiyorsun? Bu yanlış."* vb. sorulardır.

Modelleme yoluyla verilmesi planlanan öğretim birimleri tasarlanırken modelleme görevine göre farklı yöntemlerin seçilmesi önerilmektedir. Modellemeye ilişkin olarak pek çok nitel araştırma, küçük gruplar içinde çalışma, grup içi tartışma ve öğrencilerin özerk çalışmalarının modelleme becerilerinin gelişimini desteklediğini ortaya koymuştur (Galbraith ve Clathworthy, 1990; De Lange, 1993). Öğrencilerin özerk çalıştıkları aşamalarda öğretmenin müdahalesi olabildiği kadar minimal olmak zorundadır ve öğrencilerin zorluklarla kendilerinin baş etmelerine izin verilmelidir. Grup çalışmaları ile ilgili olarak temel sorun öğretmenlerin aşırı müdahalesi ve aşırı yardım etme eğilimi verilmektedir (Helmke, 2004; akt. Maaß ve Mischo, 2011; Leiß, 2007). Motivasyonla ilgili olarak esas özellik öğretmenin standart yönlendirmesidir (Mischo ve Rheinberg, 1995; akt. Maaß ve Mischo, 2011). Öğrenme motivasyonunu geliştirmek için, öğretmenin öğrencileri önceki performanslarına göre bireysel başarılarını ödüllendirme yolu ile bireysel standart yönelimi kullanmalıdır. Ayrıca öğrenciler özerkliği, rekabeti, sosyal ilişkileri tecrübe etmelidirler.

Bu doğrultuda öğretmen merkezli öğretimin konuya olan ilgiyi azalttığı (Seidel, Rimmele ve Prenzel, 2003; akt. Schukajlow ve diğerleri, 2011), öğrenci merkezli öğrenme ortamlarının ise işbirlikli değişim için olanaklar sağladığı (Glaser-Zikuda, Laukenmann, Metz ve Randler, 2005; Hanze ve Berger, 2007; Hattie, Biggs ve Purdie, 1996) belirtilir. İşbirlikli grup çalışmasının motivasyon üzerine pozitif etkileri olduğu, bireysel amaçlar oluşturmada yükseltilmiş olanaklar sunduğu ifade edilir (Schunk ve Zimmerman, 2003).

Öğretmene düşen bir diğer önemli rol olarak Lesh ve Yoon (2007), matematiksel modelleme etkinliklerinin düzenlenmesinde önemli durumlara dikkat çekmiştir. Bu durumda;

"(i) Öğrenci problem çözme etkinliklerinde durumla ilgili geçerli düşünme yollarını yeniden gözden geçirme, rafine etme gereksinimi duymalı,

(ii) Öğrenciler kendi kendilerine test ettikleri ve defalarca gözden geçirip düzelttikleri formdaki anlayışlarını açıklamaya teşvik edilmeli,

(iii) Öğrencilerin geliştirdikleri kavramsal araçlar diğerleri ile paylaşılabilir olmalı ve öğrencilerin onları ürettiği durumların ötesinde de yeniden kullanılabilir olmalı" koşulları sağlandığı takdirde model geliştirmenin kavram gelişimini de destekleyeceği belirtilir.

Benzer şekilde Lesh ve Clarke (1999) ve Lesh, Hoover, Hole, Kelly ve Post (2000) model çıkarma etkinliklerinin öğretmene/araştırmacıya, öğrencilerin matematiğin inşasına hizmet etmede oluşturdukları matematiksel modellerini gözlemleme imkânı verdiği için tasarlandıklarını belirtir. Lesh, Doerr, Carmona, Hjalmarson (2003) modellemeyi güçlü kavramsal yapıların gelişimi için bir araç olarak sunar. Model çıkarma iki yönlüdür: modelleme görevi üzerine çalışırken öğrenci problem durumunun bir matematiksel modelini geliştirmeye teşvik edilir ve öğrencinin bu modele getirdiği düşüncesini açıklaması ve doğrulaması gerekir. Bu noktada model çıkarma etkinliği oluşturmada 6 düzenleme ilkesi bulunmaktadır. Bunlar:

1. model inşası ilkesi: etkinliğin amacı başka bir sistemi tanımlayan açık bir yapı oluştuğundan emin olmaktır. Modellerin kullanımını gerektiren yaygın durumlar tahmin, ilişkileri açıklama ya da gerçekçi bir yol içinde alternatif sonuçlar ya da olasılıklar arasından seçim yapma istekleridir.

2. gerçeklik ilkesi: etkinlik öğrencinin kişisel bilgisini kullanmaya tevik eder. Bu bilginin gerçek hayatta kullanılabilir olması gerekir.

3. öz-değerlendirme ilkesi: problem durumunun öğrencinin kendi gelişmini izleyebileceği bir kriter önermesi gerekir. Öğrencinin problem durumundan ne üretilebileceği ve ürünün amacının ne olduğunu bilmesi veya bunun ayrımında olması beklenir. Öğrencinin kendi çalışmasının iyi olup olmadığına karar verebileceği bir kriter belirlenmesi fikri öne sürülür. Gerçek hayatta yaygın kriterler zaman (hız), hassasiyet, bilgi, maliyet veya doğruluk ile ilgili kısıtlamalar olabilir.

4. dokümantasyon ilkesi: öğrencilerin çözüm süreçlerinin aşamalarını yazıya dökmesi gerekir. Düşünme yollarına rehberlik etmesi amacıyla kullandıkları ilkeleri, işe koşulan gösterim sistemlerini, yaptıkları kıyaslamaları açıklamaları beklenir.

5. paylaşım ve tekrar kullanabilirlik ilkesi: modellemeden elde edilen ürünlerin taşınabilir olması gerekir. Bu ilke önemlidir çünkü hem süreç hem de ürüne odaklıdır.

6. etkili prototip ilke: etkinlik öğrencinin daha sonra başvurabileceği bir paradigmatik vaka sunmalıdır (Czocher, 2013).

Son olarak, Lesh, Cramer, Doerr, Post ve Zawojewski' nin (2003) modelleme problemleri oluşturmada belirttikleri öğretimsel tasarım ilkeleri kılavuz niteliği taşımaktadır. Bu ilkeler, anlamlılık; model inşası ilkesi; model dokümantasyonu ilkesi, bireysel değerlendirme ilkesi ve modelin genellenme ilkesidir. Bu ilkelerin daha önce belirtilen durumları özetlediği söylenebilir.

Anlamlılık ilkesine göre öğrencilerin problemde sunulan karmaşık sistemle ilgili durumları anlamaları ve algılamaları önemlidir. Şöyle ki sistem bir gerçek hayat durumunu yansıtmalı ve çocukların mevcut bilgi ve deneyimleri üzerine inşa edilmelidir. Sınıf içi özel öğrenme teması ile birleştirilmiş problemler tasarlayarak, halen kalabalık program olan program içerisinde modelleme etkinliklerine "üzerlerine ekleme" gözüyle bakılmaması gerekir. Modelleme problemleri sadece matematik programının problem çözme bileşenini zenginleştirmeye hizmet etmez, çocukların öğrendiklerini karşı disiplinlerle ilişkilendirmelerine de yardımcı olur.

Model inşası ilkesine göre bir modelleme problemi, çocukların net bir matematiksel yapılandırma, tanımlama, açıklama ya da anlamlı bir karmaşık sistemi tahmin etmeyi geliştirmelerini gerektirmelidir. Çocukların oluşturduğu modeller matematiksel olarak anlamlı olmalıdır. Bu nedenle yer verilen sistemin yüzeysel özellikleri yerine yapısal özelliklerine odaklanmalıdır. Bu problemlerle çalışan öğrencilerin anlamlı matematikleştirme süreçlerini içeren modeller geliştirmeleri beklenir.

Model dokümantasyonu ilkesine göre modelleme problemleri çocukların kendi düşüncelerini ve mantık yürütmelerini mümkün olduğunca ve çeşitli yollar içerisinde içselleştirmelerini teşvik etmelidir. Temsiller oluşturma gereksinimi, örneğin listeler, tablolar, grafikler, şekiller ve çizimler, problemin bir özelliği olmalıdır. Çocukların oluşturduğu modeller kısa yanıttan daha fazlasını gerektirmelidir. Çocukların kendi modellerini inşa etmede geçtikleri aşamaları tanımlamaları ve açıklamaları raporlarında yer almalıdır.

Bireysel değerlendirme ilkesine göre çocuklara kendi nihai modelinin etkili olup olmadığı ve verilen karmaşık sistem ve ilişkili sistemler içerisinde bir müşteri olarak kendisinin gereksinimlerinin yeterince karşılanıp karşılanmadığı konusunda tatmin edici nitelikte belirleme kriterleri sunulmalıdır. Böylesi bir kriter, çocukların oluşumlarını değerlendirmeleri ve revize etmeleri yönünde geliştirici bir imkan sunar. Modelin genellenme ilkesine göre çocukların oluşturduğu modellerin başka ilgili problem durumlarına uygulanabilir olması gerekir. İlgili modelleme problemlerinin bir serisini uygulayarak çocuklara ilk problem için geliştirdikleri modelleri genişletmeleri, keşfetmeleri ve sınırlamaları fırsatı verilir (a.g.e.).

2.11.4 Matematiksel Modellemede Öğrenen Özellikleri

Marcou ve Lerman (2007), çalışmasında öğrenen merkezli öğretimin öğrencilerin tutumları ve inançları üzerine temel bir etkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır. Panaoura, Gagatsis ve Demetriou (2009), öğrenci davranışlarında öz-denetimin gelişiminin problem çözme yeterliği algısını geliştirdiğini göstermiştir. Gerçeklikle ilişkilendirilen ve ilişkilendirilmeyen matematik problemlerine yönelik olarak duygular üzerine sadece Pekrun, vom Hofe, Blum, Frenzel, Goetz ve Wartha' nın (2007) çalışması bulunmaktadır. Matematikte öğrenme ve başarı analizine dayalı bu çalışmada Pekrun ve diğerleri (2007), 7. sınıf öğrencilerinin kelime problemlerini, pür sayı problemlerinden çok daha zevkli bulduğunu ortaya koymuşlardır.

Maull ve Berry' nin (2001) öğretmen adaylarıyla yaptıkları modelleme derslerinden ulaştıkları sonuçlara göre; öğrencilerin çalışma stilleri sistematik bir yaklaşım izlemez, onlar modelleme sürecinde geri dönmeyi ve modelleri revize etmeyi başaramazlar. Açık uçlu problemlerde modelleme için teorik yaklaşım uygun olsa da öğrenciler deneysel paradigmayı benimserler. Benzer şekilde Hodgson ve Horpster (1997), üniversite ve lise öğrencilerini modelleme durumlarında gözlemlemiş ve raporunda öğrencilerin döngüsel modelleme stratejileri yerine doğrusal stratejileri kullandıklarını ifade etmiştir. Bu tespiti acemi modelleyicilerin geriye dönmede ya da ilk modellerini revize etmede başarısız olmaları ile açıklamıştır. Bu doğrultuda Maull ve Berry (2001) öğrencilerin modelleme becerilerini geliştirmede yaşadıkları zorluğun kaynağını, sınıflarındaki deneyimleri ile ilişkilendirmiştir. Smith (1997) çeşitli problem durumlarında öğretmen adaylarını bir başlangıç yapmaya odakladığı çalışmasında, öğretmen adaylarının büyük ölçüde ve kasıtlı olarak öğretmen desteği almadan bırakıldığını ifade etmiştir. Ancak araştırmacı bunun ideal, gerekli ya da istenen bir durum olmadığını zaman zaman öğretmen desteğinin son derece uygun olduğunu vurgulamıştır. Özellikle öğretmen adaylarının modellerini desteklemede matematik bilgisi sağlama konusunda bariz bir ihtiyaç vardır. Bunun yanı sıra özellikle grupların dikkatini modelleme görevine çekmede ve zaman zaman amacı daha açık bir şekilde açıklamada öğretmen desteği gereklidir.

Galbraith, Stillman, Brown ve Edwards (2007) matematiksel modellemede bilgi ve imkânların yeterli olmadığına vurgu yapmaktadır. İyi bir modelleme yapabilmek için beceri, güven ve teknolojiye de ihtiyaç duyulmaktadır. Sınıfta elektronik teknolojinin bulunması ile matematiksel düşünce değişebilir ve farklı bir matematiksel etkinlik oluşturulabilir. Sınıf içi tartışmalarla ayrıca öğrencilerin matematiksel modelleme yapabilme becerilerine olan güvenleri artmaktadır.

Matematiksel modelleme görevleri öğrencilerin anlamlı öğrenmelerini sağlamak (Lesh, Cramer, Doerr, Post ve Zawojewski, 2003) ve modelleme becerilerini güçlendirmek (Haines, Crouch ve Davis, 2001; Mousoulides, Christou ve Sriraman, 2008) için sunulur. Öğrencilerin yinelenen süreç içerisindeki modelleme faaliyeti, araştırmacılar tarafından gerçek dünya ve matematik dünyası arasındaki bağlantının sürekli olarak rafine edilmesi şeklinde tanımlanır (Blum ve Leiß, 2007). Modelleme yaklaşımı içerisinde matematiksel gösterimlerin yinelemeli sadeleştirilmesinin ve modelleyicinin durumu yorumlamasının önemi vurgulansa (Lesh ve Yoon, 2007; Thompson ve Yoon, 2007) da bu durumun oluşması henüz açık değildir.

Bir başka ifadeyle nitelikli matematik öğretimi için;

1. matematiksel konunun öğretiminin modelleme ile gerçekleştirilmesi talebi (öğrencilerin matematiksel yetenekleri kazanabilmeleri için onlara fırsatlar sunma, öğrenilenlerin okul içinde ve dışında ilişkilendirilmesi yoluyla),

2. öğrenenlerin daimi olarak bilişsel katılımları (biliş ve biliş ötesi etkinlikleri ve öğrencilerin özgürlüğünü teşvik etme ile),

3. etkili ve öğrenci merkezli bir sınıf yönetimi (zamanı etkili kullanma, öğrenmeyi ve değerlendirmeyi ayırma, farklı metotların esnekliği, vb. ile) gerektiği Blum ve Leiß (2007) tarafından ortaya konmuştur.

Öğretimi nitelikli hale getirmek için öğrenci bağımsızlığı maksimum seviyede tutulurken öğretmen rehberliği mininuma indirgenmelidir. Bu dengenin sağlanması önemlidir. Öğrenciler modelleme görevleri ile çalışırken bu dengenin sağlanması, bağımsız-koruyucu öğretmen müdahalesi ile en iyi şekilde elde edilmektedir. Bu bağlamda stratejik müdahaleler oldukça yeterlidir, bu müdahaleler öğrencilerin üst düzey düşünmeleri için imada bulunmaktır (Durumu hayal et! Neyi amaçlıyorsun? Ne kadar uzaktasın? Hala bilinmeyen ne? Bu sonuç gerçek duruma uygun mu? gibi). Günlük matematiğin öğretiminde sıklıkla bu nitel kriterlerin ihlal edildiği ve öğretmen müdahalelerinin bağımsız-koruyucu olmadığı ifade edilir (Blum ve Borromeo-Ferri, 2009).

2.11.5 Matematiksel Modellemede Ölçme ve Değerlendirme

Modelleme becerilerinin değerlendirilmesine ilişkin olarak alanyazın incelendiğinde değerlendirme için tek başına standart ölçme araçlarının önerilmediği ve veri toplama araçlarında çeşitliliğin sağlandığı dikkati çekmektedir. Bu bağlamda değerlendirmeye; etkinliklere katılım, anketler, derinlemesine görüşmeler, video-ses kayıtları, poster sunumları, gözlemler, bireysel testler, takım testleri, çoktan seçmeli testler, sözlü sunumlar, kavram haritaları, matematiksel kapasiteyi ölçen testler, ev ödevleri, öğrenci günlükleri, araştırmacı günlükleri ve notları, öğrencilerin çalışma kâğıtları ve raporları, analitik dereceli puanlama anahtarları dâhil edilmektedir. Örneğin Nyman ve Berry (2002), Berry ve Nyman (2002) çalışmalarında modelleme becerilerinin sürekli test kullanılarak değerlendirilemeyeceğini belirtmiş ve çalışmalarında bir dizi değerlendirme yöntemini kullanmışlardır. Benzer şekilde Maaß (2006), öğrencilerin modelleme becerilerini modelleme testleri, yazılı sınıf testleri, ev ödevleri, kavram haritaları, görüşmeler, öğrenci günlükleri ve anketler kullanarak tespit etmiştir. Doerr (2006) çalışmasında veri toplama araçları olarak video kayıtlarını, araştırmacı notlarını ve katılımcılarla gerçekleştirdiği görüşmelere ait ses kayıtlarını kullanmıştır. Sriraman (2005) ise sınıfta konuşulanlar, yazılı dokümanlar ve ikili görüşmeler aracılığıyla verilerini toplamıştır. Maaß (2005), bir başka çalışmasında test, yazılı sınıf testleri, kavram haritaları ve görüşmeler aracılığıyla modelleme yeteneklerini açığa çıkarmıştır ancak modelleme yeteneklerinin değerlendirmesinde Blum ve Kaiser' in (1997) belirteçlerini kullanmıştır. Bu belirteçler kullanılarak analitik dereceli puanlama anahtarı geliştirilebileceği açıktır.

Coletti (1987), Asturias (1994), Thompson ve Senk (1998) gibi araştırmacılar açık uçlu problemleri analitik dereceli puanlama anahtarlarıyla değerlendirilebileceğini belirtmiş ve bu doğrultuda öğrencilerin modelleme becerilerini değerlendirmede zorlanan öğretmenler için analitik dereceli puanlama anahtarının kullanımını önermişlerdir. De Lange (1989) modelleme becerilerinin değerlendirilmesinin geleneksel değerlendirme araçları ile zor olduğunu belirtmiş ve bu doğrultuda öğrencilerin bilmedikleri şeyi bulmaktan çok neyi bildiklerini bulmanın önemli olduğuna vurgu yapmıştır. Ek olarak değerlendirme yapılırken öğrencilerin yeteneklerinin göz önüne alınarak puanlama yapılmasını önermiştir.

Herget ve Torres-Skoumal (2007) ise modelleme sürecinin iletişim, model, matematiksel kapsam ve değerlendirme boyutları açısından değerlendirilmesini önermektedirler. İlgili boyutların incelenmesinde ise aşağıda verilen kriterlerin kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Bu kriterlerin öğretmenlere veya matematik eğitimcilerine sürece ilişkin bir kontrol listesi sunduğu söylenebilir.

İletişim

- Öğrenci, tablo, grafik ve şekiller gibi problemi tanımlarken ona yardım edici araçları ne sıklıkta kullandı?
- Öğrenci etkinlik boyunca doğru matematiksel gösterim ve terminolojiyi kullandı mı?

Model

- Öğrenci kıstas olarak neyi kullandı ve o iyi bir şekilde ispatlandı mı?
- Öğrenci problemde her bir hayati değeri hesaba katmış mı?
- Model probleme uymuş mu?

Matematiksel kapsam

- Hesaplamalar güvenilir ve ispat edilmiş mi?
- Formüller doğru bir şekilde uygulanmış mı?

<u>Değerlendirme</u>

- Öğrenci gerçek yaşam durum problemine açıklık getirirken modelle elde edilen tahminin anlamını nasıl değerlendirmiştir?
- Öğrenci modelin sınırlılıklarını ya da olası uzantılarını ve uygulamalarını göz önünde bulundurmuş mudur?

Haines, Crouch ve Davis (2001) teşhis etme ve değerlendirme için, modellemenin farklı aşamaları üzerine odaklanan çoktan seçmeli modelleme problemlerinin oluşturulmasını önermişlerdir. Araştırmacılar yaptıkları çalışmalarda kapalı uçlu maddelerin modelleme becerilerini nasıl ölçebileceğini göstermiş ve bu tür maddelerin analizinin daha objektif ve etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Nitekim matematiksel modellemede temel amaç matematiksel teknikleri öğrenmek değildir. Matematik, araç olarak kullanılmaktadır. Modelleme süreci boyunca ilginç, yararlı analizlerin ve raporların üretilmesi beklenmektedir. Bu doğrultuda Nyman ve Berry’ ye (2002) göre modelleme sürecinde rol oynayan bu beceriler, modelleme dersleri ile geliştirilebilir. Sınıf ortamında modelleme becerilerinin/yeteneklerinin kazanımı için matematiksel aktivite ya öğrenci ya da öğretmen tarafından başlatılmalıdır. Öğrencinin durum değerlendirmesi yapması ile ya da öğretmenin örneğin, “Oran konusuna sizin yürüttüğünüz alışveriş anketini kullanarak bakacağız. Hangi çikolata türü size en fazla kazanç sağlar?” demesi ile dersin başlamasıdır.

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

2.12 Matematiksel Modelleme ve Yapılandırmacılık

Yapılandırmacılık bilginin nasıl oluştuğu, bireyin bilgiyi nasıl elde ettiği ile ilgili bir kuramdır ve konusu bilginin doğası ve öğrenmenin oluş şeklidir. Bu kuramın temelinde, bilginin dış dünyada bireyden bağımsız olarak var olmadığı ve bireyin zihnine edilgin olarak aktarılmadığı, aksine bireyin çevresiyle olan aktif etkileşim sürecinde bilginin zihinde yapılandırıldığı görüşü hâkimdir (Altun, 2006; Baki, 2008: 175). Sonuç olarak bilgi bireyin aktif ürünüdür ve bireyden bağımsız değil, duruma özgü ve bireysel anlamların bütünüdür. Yapılandırmacılıkta öğrenme bireyin kendi deneyimlerinden anlam çıkarma olarak kabul edilmektedir. Ancak bu süreçte sosyal etkileşimin deneyimleri yaratmada önemli bir rolü olduğu düşünülmektedir. Başka bir anlatımla yapılandırmacılıkta öğrenme, sosyal etkileşimle anlamlarda ortaklığa varma yoluyla sosyal anlam ve modellerin öznel olarak yeniden yapılandırılması olarak düşünülmektedir (Wheatley, 1991:13; Wilson, 1997; akt. Yurdakul, 2004).

Sosyal etkileşimin sağlanmasında grup çalışmaları etkin rol oynamaktadır. NCTM’ nin (1989) raporlarında da matematik öğrenmede grup çalışmalarının önemi vurgulanmakta ve öğretmenlere grup çalışması yapmaları yönünde önerilerde bulunulmaktadır. Bu raporda grup çalışmasının; öğrencilerin soru sordukları, fikirlerini tartıştıkları, hata yaptıkları, dinlemeyi öğrendikleri, yapıcı eleştiriler yaptıkları dolayısıyla matematiksel bilgilerini oluşturdukları bir ortam sağlaması nedeniyle matematik öğrenmedeki önemine dikkat çekilmektedir (akt. Baki, 2008: 178). Grup çalışmasının öğrencilere sosyal olarak birçok fayda sağlamasının yanı sıra matematik öğrenme üzerine de olumlu etkisi olduğunu, öğrenci başarısını arttırdığnı, öğrencilerin konuya karşı olumlu tutum geliştirmelerine yardımcı olduğunu, matematik yapma güvenini kazadırdığını ortaya koyan pek çok araştırma vardır (Baki, 1994; Johnson ve Johnson, 1990; Kuntz, McLaughlin ve Howard, 2001; Mulryan, 1995; Slavin, 1990).

Biggs (1996) yapılandırmacılığın bir kuramlar bütününü kapsadığını ve genel olarak bu kuramların her birinin anlam oluşturmada öğrenenlerin etkinliklerini merkeze aldıklarını ifade etmiştir. Buna göre bilişsel, sosyal ve radikal olmak üzere üç tür yapılandırmacılık vardır. Bilişsel yapılandırmacılığın dayanak noktası bireyin yeni bilgiyi var olan bilgi ve deneyimleri ile birleştirerek zihnindeki şemaları geliştirdiği düşüncesidir. Piaget öğrenmeyi yani bilginin zihinde yapılandırılmasını özümseme, uyma ve denge kavramları ile açıklamaktadır. Piaget' e göre bilginin örgütlenmesi bilinçli bir zekâya sahip olan birey ile çevre arasındaki etkileşim sonucunda gerçekleşir (Von Glasersfeld, 1995). Piaget zihinsel işlemlerin dil gelişimine katkı sağladığına, tam tersinin söz konusu olmadığına inanmaktadır (Baker ve Piburn, 1997). Sosyal yapılandırmacı öğrenmede ise dil ve kültürün önemli bir rolü vardır. Vygotsky' e göre sosyal etkileşim bilişin gelişmesinde temel bir rol oynar, öğrenme için çevreye gereksinim vardır. Sosyal yapılandırmacılığın bilişsel yapılandırmacılıktan ayrıldığı nokta, bilginin sadece bireyin zihninde yapılandırılmadığı, zihinsel fonksiyonların yanı sıra sosyal etkileşimin bilginin inşasında etkili olduğudur (Tomic ve Nelissen, 1998). Radikal yapılandırmacılığa göre gerçek herkes için aynı değildir ve bireyin kendi deneyimlerine ve çevresi ile etkileşimine bağlı olarak oluşur. Her bireyin deneyim ve çevresi farklı olacağı için gerçeklikle ilgili bilgisi de farklı olacaktır. Gerçeğin ne olduğu bireyin algılama kapasitesine bağlıdır ve bilgi bireysel olarak yapılandırılır. Kısaca radikal yapılandırmacılık bireyin öğreneceği her kavramı kendisinin üretebileceğini ve ona bu imkânın sağlanması gerektiğini savunmaktadır (Altun, 2006).

Sonuç olarak, yapılandırmacılık temelde bilme kuramıdır ve bilgiyi nasıl edindiğimiz ile ilgilidir. Yapılandırmacılıkta öğrenmenin en belirgin özelliği öğrencilerin dış temsilleri yorumlama farklılığı ve buna bağlı olarak da iç temsillerde ortaya çıkan farklılığın önemsenmesidir (Altun, 2006). Öğretmen özel stratejiler ve teknikler uygulayarak bilginin elde edilmesini kolaylaştırıcı ortamlar hazırlamaktadır. Öğrenci merkezli yöntemlerin işe koşulduğu yapılandırmacılıkta bilginin yapılandrılmasında yaşanan sürecin aynı zamanda bir dengeleme veya problem çözme süreci olduğu belirtilir. Bu yolla kavramsal öğrenmenin de öne çıktığı görülmektedir.

Bu noktada modellemenin öncülerinden Niss (1999) matematik eğitimi üzerine yapılan araştırmaların büyük çoğunluğunun odağının öğrencilerin matematiği kavramaları ve yorumlamaları, matematiksel kavramların öğrenciye nasıl öğretildiği gibi yalnızca matematik alanıyla sınırlı kaldığına dikkat çekmiştir. Matematiksel modelleme gerçeklik ile matematik arasında köprü vazifesi görmektedir. Bu anlamda matematiksel modellemenin başlangıç noktası gerçek hayat bağlamıdır. Bireyler gerçek hayat problemlerine durumun yapılandırılması yoluyla modeller oluşturarak matematiksel çözüm getirirler ve çözümü gerçek hayat bağlamında yorumlayarak öğrenmeyi gerçekleştirirler. Ayrıca Blum ve Niss (1991) matematiksel modelleme yapma imkânı sağlayacak şekilde düzenlenen matematik sınıflarının, öğrencilere matematiği kullanma ve uygulama fırsatı vereceğini ifade etmiştir. Bu doğrultuda eğitim ortamlarında matematiksel modelleme yapan öğrencilerin, matematiğin kavram bilgisini derinlemesine geliştirecekleri ve bunun onlara, matematik sınıflarının dışında önemli matematiksel tecrübeler yaşama fırsatı sağlayacağı ortaya konmuştur.

Bunun yanı sıra matematiksel modelleme ve yapılandırmacılık ortak özellikler de barındırmaktadır. Süreç odaklılık her ikisi için de geçerlidir ve böylece bireyin düzenleme becerilerini geliştirmesi sağlanabilir. Grup çalışmaları ve anlamlandırma diğer ortak özellikleridir. Grup çalışmaları modelleme etkinliklerinin sonuçlandırılmasında lokomotif rol oynamakta ve süreç problemin anlamlandırılmasıyla başlamaktadır. Bir diğer ortak yön problem çözme becerilerinin süreçte işe koşulmasıdır. Öğrencinin bilişsel katılımı, öğrenen merkezli yöntemlerin işe koşulması, öğretmenin rehberliği diğer ortak yönlerdir. Matematiksel modellemede en belirgin özellik sosyal etkileşimdir. Bu yönüyle modellemede sosyal yapılandırmacılıktan yararlanıldığı düşünülebilir. Benzer şekilde modellemenin odağında modelin inşası ve problemin model yardımıyla çözümlenmesi vardır ki bu süreçte yatay ve dikey matematikleştirme işe koşulmaktadır. Ancak yapılandırmacılıkta dikey matematikleştirmenin daha yoğun olduğu dikkati çekmektedir. Radikal yapılandırmacılık bireyin dışında bağımsız bir dünya ya da gerçekliğin bulunmadığını yani bireylerin gerçekliği kendi öznel yapılandırmalarıyla oluşturabileceklerini, bireysel bilgilerin dışarıdan doğrulamaya gereksinim kalmadan yapılandırılabileceğini savunmaktadır. Bu durumun aksine matematiksel modelleme öğrencilere matematik ve gerçek dünyayı birlikte anlamlandırabilmeleri fırsatı sunmaktadır. Sonuç olarak matematiksel modellemenin temelinin yapılandırmacılığa dayandığı ancak modellemeye dayalı öğretimin düzenlenmesinde daha çok sosyal yapılandırmacı öğrenme kuramının ve işbirliğine dayalı öğrenmenin etkili olduğu ve süreci tamamladığı söylenebilir.

3. İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

3.1 Yurt Dışında Yapılan Araştırmalar

De Lange (1989) öğretmenlerle yapmış olduğu çalışmada matematik öğretim programında uygulama ve modellemenin yer almasına nelerin engel teşkil ettiğini belirlemeyi amaçlamıştır. Bu çalışma 1981-1985 yılları arasında, Hewet takımı tarafından 50 okuldan öğretmenler ve öğrenciler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Öğretmenlerin %20 sinin nötr, %29' unun yaklaşık olarak pozitif, %59 unun çok olumlu oldukları gözlenmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre birçok öğretmenin, pür matematiği modelleme ve uygulama aktivitelerine indirgemeye hazır olmadığı ortaya konmuştur. Uygulama ve modellemede yer alan problemlerin, öğrencilere pür matematikte karşılaştığı problemlerden daha yabancı geldiği gözlenmiştir. Çalışmadan elde edilen diğer önemli sonuç; uygulama ve modelleme becerilerinin değerlendirilmesinin, geleneksel değerlendirme araçları ile zor olduğudur. Dersin amaçlarının işler hale getirilmesi ve açık uçlu soruların yer aldığı test ya da proje tarzı ödevler verilerek değerlendirme yapılması ve değerlendirmede öğrencilerin yeteneklerinin göz önüne alınarak puanlama yapılması önerilmiştir. Öğretmenler matematiğin bu şekilde kendi yapısını kaybettiğini, matematikte kesinlik olmadığını ve birçok doğru cevabın oluşturulabileceğini, öğrencilerin öğretmenlerden daha iyi çözümler üretebileceğini belirtmişlerdir. Bu doğrultuda öğretmenler öğrencilerle aralarındaki etkileşimin arttırılması gerektiği yönünde görüş bildirmişlerdir.

Berry ve Nyman (1998) çalışmalarında işbirlikli öğrenme, takım çalışması ve poster oturumu deneyimlerini yansıtmışlardır. Çalışmaya katılan öğrenciler için en azından bir dönem analiz dersi almaları ölçütü konulmuştur. Çalışmaya 11 öğrenci katılmıştır, çoğu birinci sınıf matematik ve fen bölümü öğrencileridir. Çalışmanın üç aşaması vardır: modelleme sürecinin tanıtımı, nüfus artışının modellenmesi ve poster sunumu ile sonuçlanan genişletilmiş problem çözme etkinliğidir. Çalışmada matematiksel modelleme becerilerinin gelişiminin değerlendirilmesi için dört bileşenli yöntem seçilmiştir. Sınıf katılımı % 20, deneme tipi soruların yer aldığı sınıf içi test % 25, nüfus modellerinin doğrulanmasını ve formülayonunu içeren sınıf içi test % 25 ve poster sunumu % 30 ağırlıklıdır. Modellemenin poster yoluyla değerlendirilmesinin avantajları olarak matematikte net ve öz düşünmeyi teşvik etmesi, grup sunumlarında işbirliği için fırsatlar sunduğu, akran öğretimi ile öğrenmenin geliştiği, iletişim becerilerinin arttığı, mesleki uygulamaların iyi yönlerinin tanıtıldığı belirtilmiştir. Her grup sınıfa posterini asmış, gruplara posterleri incelemeleri için gerekli süre verilmiş ve daha sonra içerikleri tartışılmıştır. Araştırmacılar posterleri değerlendirmeden önce öğrencilerin değerlendirmeleri alınmıştır. Posterlerin değerlendirilmesinde 10 maddelik 5li likert tipinde ölçek kullanılmıştır. Ölçek içerik ve sunum olmak üzere iki boyutludur. Öğrenciler ve araştırmacılar tarafından yapılan poster sunumu değerlendirmelerinin birbiriyle tutarlı olduğu gözlenmiştir. Öğrenciler yazılı rapor sunmaktansa poster sunumunun daha iyi olduğunu, gruplar halinde çalıştıkları ve problemler hakkında bilgi sahibi oldukları için posteri hazırlamasının kolay olduğu, poster sunumunun konferans tarzı grup sunuşlarından daha iyi olduğu ve gözlemcilerden daha çok soru gelmesine ve daha çok tartışma imkânı verdiği ifade edilmiştir.

Klymchuk ve Zverkova (2001) 9 ülkedeki (Avusturalya, Finlandiya, Fransa, Yeni Zelanda, Rusya, Güney Afrika, İspanya, Ukrayna ve İngiltere) 14 üniversiteden 500 öğrencinin katılımıyla gerçekleştirdiği çalışmasında modelleme uygulamalarında öğrencilerin tümünün gerçek dünyadan matematik dünyasına geçişi zor buldukları hissine kapıldıklarını tespit etmiştir. Bu duruma neden olarak öğrencilerin uygulamalarda deneyimsiz olmaları verilmiştir. Çalışmadan elde edilen bir diğer sonuç ise öğrencilerin çoğunun uygulama problemlerini ilginç bulurken yarıdan fazlasının pür matematik problemlerini içeren testleri tercih etmesi olmuştur. Öğrenciler konuya açıklık getirmek amacıyla bu tür problemleri kolaylıkla yapabildiklerini ancak uygulama problemleri ile kelime probleminden matematiksel dile geçişte zorlandıklarını söylemişlerdir. Ancak birkaç üniversitedeki öğrencilerin neredeyse hepsi zor olduklarını düşündükleri halde testlerde uygulama problemlerini tercih etmiştir. Sonuç olarak araştırmacılar, zor olarak algılanan modelleme becerilerinin gerçekleştirilmesinde motivasyondaki değişimin etkilerinin araştırılması gerekliliğini ortaya koymuşlardır.

Maull ve Berry (2001) lisans düzeyindeki matematik öğrencilerinin basit bir modelleme görevi çözerken çalışma stillerini incelemek üzere yaptıkları çalışmaya birinci ve ikinci sınıflardan toplam 18 öğrenciyi dâhil etmişlerdir. Seçilen öğretmen adaylarının Plymouth üniversitesinde matematik öğrencilerini temsil ettikleri belirtilmiştir. Sınıf dört gruba bölünmüş ve uygulamayı takip eden hafta 2 grupla görüşmeler yapılmıştır. Katılımcı gözlem tekniği ile süreç gözlenmiştir. Öğrencilere bir kupa içerisindeki çay yaprakları üzerine kaynar su dökme yoluyla çin usulü çay yapma yöntemi hatırlatılarak çayın demlenmeye bırakıldığında soğumaya başlayacağı söylenmiştir. Buna göre öğrencilerden sıcaklığın zaman içinde değişimini modellemeleri istenmiştir. Ayrıca öğrencilere kupanın üzerinde bir kapak olması durumunda çayı soğutma yolunda ne gibi değişiklikler olabileceği de sorulmuştur. Burada öğrencilerin aşina oldukları bir durum problem olarak seçilmiştir, böylece problem durumunun anlaşılmasında zorluk yaşanmayacağı düşünülmüştür. Ancak tüm gruplar soğuk kupaya sıcak su eklendiği zaman kupanın ilk olarak soğuduğunu düşünememiş ve direkt olarak doğal soğumaya yönelmişlerdir. Oysaki araştırmacılar modelleme derslerinde, problemi çözerken tüm değişkenleri dikkate almaları konusuna vurgu yaptıklarını belirtmişlerdir. Bu çalışma sonucunda araştırmacılar öğrencilerin iyi birer matematiksel modelleyiciler olarak gelişimlerini hızlandırmak için sınıf içi öğretim esnasında ilk olarak eldeki gerçek problemden uzak durmak gerektiğini ve başlangıçta fiziksel durumu yansıtmaya zaman harcamak gerektiğini öneri olarak sunmuşlardır. Elde edilen veriler doğrultusunda araştırmacıları şaşırtan bir diğer durum öğrencilerin analizini ve değişkenler arasındaki ilişkiyi bulma girişimlerini görmek olmuştur. Araştırmacılar birinci sınıf öğrencilerinin matematiksel model olarak bir ilişki oluşturmalarını ve bunu yansıtmalarını ya da kritik etmelerini beklediklerini ancak öğrencilerin bunu gerçekleştiremediklerini ifade etmişlerdir. Bu doğrultuda 4 aşamalı bir modelleme döngüsü önermişlerdir. İlk olarak uygun denemeler tasarlamak için öğrencilerin bağımsız olarak fiziksel durumu keşfetmeleri ve tartışmaları, ikinci olarak veri toplamaları ve model formüle etmeleri gerekmektedir. Üçüncü olarak modelin fiziksel tanım ve ilk aşamada altı çizilen özellikleri ile birlikte karşılaştırılmasının yapılması, son olarak da farklı bir ilişki oluşturma (örn., soğuma problemi için bir doğrusal modelden bir üstel modele) ya da yeni veri toplanarak modelin arıtılması gerçekleşmelidir.

Çalışmada üç grup geleneksel okul yaklaşımını tercih ederken bir grup (ikinci sınıflar) diferansiyel denklemleri kullanma yoluna gitmiştir. Ancak hiçbir grup kendilerinden beklenen modelleme becerilerini sergileyememiştir. Her grup kendilerine gerçek yaşamdan bir durum sunulduğu halde gelensek deneysel yaklaşıma ya da standart bir modele yönelmişlerdir. Modelleme becerilerini geliştirmek üzere düzenlenen bir derse dahil oldukları halde onlar varsayımlar, basitleştirme ve fiziksel süreçlerin anlaşılması doğal gelmemiştir. Bu doğrultuda modellerin yansıtılması konusunda öğrencilerin teşvik edilmesi gerekmektedir. Araştırmacılar öğrencilerin matematiksel modelleyiciler olarak gelişimlerini hızlandırmada öğrencilerin fiziksel durumu veri kaydı ekipmanları olmadan tartışmaları ve keşfetmeleri şeklinde önerilerini sunmuşlardır. Sonuç olarak modelleme bağlamı içerisinde tüm yaşlardaki öğrencilerin çalışma stillerinin incelenmesi ve matematiksel modelleme becerilerinin gelişimini teşvik etmek için daha çok problem ve strateji geliştirilmesi ihtiyacı doğmuştur.

Boaler (2001), iki farklı ilköğretim okulundaki 13-16 yaşlarındaki yaklaşık 300 öğrenci üzerinde 3 yıl süren bir çalışma yapmıştır. Öğrenciler çalışmanın başında cinsiyet, sosyal sınıf, etnik yapı ve hazır bulunuşluklarına göre eşleştirilmiş ve 11-12 yaş döneminde aynı öğretim yaklaşımıyla matematik öğrenmişlerdir. Öğrencilerin, bir kısmına problem çözme ve matematiksel modelleme eğitimi uygulanırken diğer kısmına geleneksel yöntemlerle eğitim verilmiştir. Araştırmacı 3 yıl boyunca her sınıfta 100’ ün üzerinde gözlem yapmıştır. Her yıl hem öğretmenlerin hem de öğrencilerin görüşlerini anket kullanarak almıştır. Araştırmacı ayrıca 16 yaşına dek öğrencileri farklı şekillerde değerlendirmiş ve pek çok ulusal sınav sonuçlarına verdikleri yanıtları da incelemiştir. Buna göre ulusal sınavlarda gözlenen bir durum kavramsal sorularda deney grubunun, işlemsel sorularda ise kontrol grubunun anlamlı şekilde daha başarılı olduğudur. Deney grubunda ise kavramsal ve işlemsel sorulardaki başarılar arasında anlamlı bir başarı yoktur. Araştırmacı her okuldan 40 öğrenci ile görüşme yapmış ve onlara matematiksel inançları ile günlük yaşamda matematiği kullanıp kullanmadıkları sorulmuştur. Buna göre geleneksel yöntemlerle eğitim alanlar matematiğin günlük yaşamdan kopuk olduğunu, sadece okulda kullanıldığını düşünürken matematiksel modellemeyle matematik eğitimi alanlar okul matematiği ile gerçek yaşamın birbirinden farksız olmadığını belirtmişlerdir. Bu çalışmadan çıkarılacak bir sonuç, geleneksel yöntemle matematik öğrenenlerin matematiği öğrenme ve derinlemesine anlamada başarısız olmalarıdır. Buna neden olarak farklı sorularla karşılaştıklarında bocalamalarıdır çünkü kitaplardaki bilgileri hatırlamayı ya da kullanmayı denedikleri ancak başarılı olamadıkları gözlenmiştir. Deney grubu ise matematiği farklı durumlar için kullanmıştır çünkü öğretim esnasında da bu tür durumlarla karşılaşmışlardır.

Boaler 3 yıllık deneyimleri doğrultusunda öğretim pedagojilerinin öğrencilerin matematiksel bilgilerini geliştirmeleri üzerinde etkili olduğunu ancak öğrencilerin matematiği sadece sınıfta öğrenmediklerini, uygulamaların bir kısmını öğrendiklerini ve bunların da onların bilgilerini tanımladığını ortaya koymuştur. Eğer öğrenciler sadece kendilerine gösterilen standart yöntemleri üretirlerse, çoğu sadece işlem tekrarı uygulamasını öğrenecektir. Bu da matematiğin sınıf dışında kullanımını sınırlamaktadır. Bu durumda matematik sınıflarının matematiksel modelleme durumlarını sunacak şekilde düzenlenmesi önerilmiştir. Boaler, eğitmenlerin ve öğrencilerin matematiksel modelleme ile uğraşırken matematiğin kavram bilgisini daha derin geliştirebildiklerini belirtmiş ve araştırmacı böylesi imkanların öğrencilere önemli matematiksel uygulamalar içinde bulunma fırsatı sunduğunu ifade etmiştir.

Nyman ve Berry (2002) bu çalışmada öğretmen adaylarının matematiksel modelleme üzerine bir ders ile geliştirilebilen transfer edilebilir becerilerini belirlemeyi ve yoğunlaştırılmış kısa bir bahar dönemi kursu ile bu becerilerin geliştirilmesine ilişkin deneyimlerini açıklamayı amaçlamışlardır. Bu çalışma matematiksel modelleme üzerine 4 haftalık yoğunlaştırılmış bir dersin içeriği, sunumu, değerlendirme araçları hakkında bilgi sunmaktadır. Araştırmacılar iyi bir sosyal etkileşim için grupla çalışma becerilerini geliştirmeye yönelik dersin başında neler yapabilecekleri üzerinde çalışmışlardır. Grup üyeleri arasında dayanışmayı olumlu yönde geliştirmek amacıyla grup etkinlikleri içerisine formal zamanlı testler dahil ederek değerlendirme yapılması konusunda uzman görüşü almışlardır.

Matematiksel modelleme dersi, gerçek hayat problemlerinin çözümünde matematiği kullanma üzerinedir. Birkaç matematiksel kavram, beceri ya da teknik ders boyunca tanıtılmıştır. Çalışmada ilk amaç, öğrencilerin farklı durumlar için modelleri formüle etme yeteneklerini geliştirmek ve uygun verilerin toplanması ve kullanılması ile modelleri doğrulamaktır. Bu doğrultuda araştırmacılar matematiksel modellemede yetenekli hale gelmenin çok çalışma gerektirdiğini, bunun için de öğrencinin aktif bir katılımcı olması gerektiğine inandıklarını ifade etmişlerdir. Belirtilen ilk amacın gerçekleştirilmesi için ders 3 belirgin aşamaya bölünmüştür. Bu aşamalar: modelleme süreçlerinin tanıtımı, nüfus artışını modelleme yoluyla bu süreçlerin örneklenmesi ve öğrenci takımları ile genişletilmiş problem çözme etkinliğinin sonuçlarının poster şeklinde özetlenmesidir.

Araştırmacılar matematiksel modelleme becerilerinin değerlendirilmesinin kolay olmadığını ifade etmişlerdir. Bir modelin formüle edilmesi, veri toplama ve modelin doğrulanmasının sürekli bir testle değerlendirilemeyeceğini eklemişler ve bu nedenle 5 yöntem seçmişlerdir. Yöntemler ve değerlendirme oranları şöyledir: Grup olarak çalışma ve çalışmalarını sözlü olarak sunma yoluyla sınıf katılımı (%15), her hafta belli bir gün çalıştıkları problemlerin çözümlerini içeren 15 dakikalık sözlü takım sunumu (%10), modelleme süreciyle ilgili çalışmaların anlaşılmasına yönelik makale tipi soruların yer aldığı formal sınıf-içi test (%25), nüfus modellerinin formüle edilmesi ve doğrulanması için formal sınıf-içi test (%25), genişletilmiş problem çözme etkinliği üzerine poster sunumu (%25)

1 aylık yoğun modelleme dersi boyunca öğretmen adaylarının genel beceriler geliştirmede neler hissettiklerini ortaya koymak amacıyla yapılan bu çalışmaya her sınıf düzeyinden 8 öğretmen adayı katılmış ve düzenli aralıklarla öğrenme deneyimlerini yansıtmışlardır. Öğretmen adaylarının matematiği; gerçeklerin, kuralların, işlemlerin ve formüllerin yığını olarak gördükleri ortaya çıkmıştır. Bu tutumların ders öncesinde de sergilendiği araştırmacılar tarafından ifade edilmiş ve bu beylik görüşlerle mücadele etmede modelleme dersinin iyi bir araç olduğu sonucuna varılmıştır.

Çalışmada pek çok öğretmen adayı dersten çok şey öğrendiğini çünkü matematiksel model inşa etmede sahip oldukları matematiği kullandıklarını söylemişlerdir. Pek çoğu bu ders ile matematiğin diğer alanlardaki problemlere nasıl uygulanabileceğini ve problemlere yeni bir bakış açısıyla nasıl bakabileceklerini gözlemleme şansı elde ettiğini ifade etmiştir. Modelleme sürecindeki mantıksal düşünme becerilerinin önemine de değinmişlerdir. Öğretmen adayları grup çalışması yaparak bir takım içinde çalışma yeteneklerini geliştirmişlerdir. Bireysel çalışma yerine grup çalışması ile arkadaşlarıyla fikirlerini tartışabilmişlerdir. Araştırmacılar takımların kâğıda son ulaştıkları sonucu yazmadan önce tüm düşüncelerini tartıştıklarını gözlemlediklerini söylemişlerdir. Beklenmedik bir sonuç olarak gruplarda ortak yanıt çıkmıştır. Araştırmada grupla çalışma tekniğinin sınıf mevcudu 20-25 kişi üzeri iken uygulamasının zor olduğu sonucuna ulaşılmıştır, çünkü bu durumda birbirlerinin çalışmalarından etkilenmesinler diye takımların ayrı ayrı oturtulması gerektiği ortaya çıkmıştır. Buna ek olarak sınıf tartışmalarının sadece 20 kişinin altındaki sınıflarda etkili olabileceği sonucu elde edilmiştir. Araştırmacılar son olarak eğer öğretmen adayları her oturuma katılır ve tartışmaya hazırlıklı olurlarsa bu tekniğin çalışabileceğine özellikle dikkat çekmişlerdir.

Berry ve Nyman (2002) Alma kolejinde 4 haftalık yoğun matematiksel modelleme dersi bağlamı içerisinde çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir. Ders, gerçeklik olgusu için matematiksel modelleme sürecine odaklanmıştır ve öğrencilerin bildikleri matematiği kullanarak model oluşturmaları üzerinde durmuştur. Öğrenciler dersteki tüm çalışmalarda iki kişilik takımlar halinde çalışmışlardır. Dersin ilk haftasında öğrencilerin takım olarak inceleyecekleri açık modelleme problemleri öğrencilere sunulmuştur. Sonuçlar sınıfa sunulduktan sonra her takımdan model inşa etmede yaptıkları varsayımları ve basitleştirmeleri listelemeleri ve tahminlerin uygunluğunu kritik etmeleri istenmiştir. Dersin ikinci haftası nüfusun modellenmesine odaklanırken üçüncü haftası simulasyon modellemeye ayrılmıştır. Dersin son haftası ise öğrencilerin takım halinde çalışmalarını gerektiren genişletilmiş bir proje çalışması içermiştir. Her takıma 2 durum çalışmasının yer aldığı zarf verilmiş ve birini seçerek 4. haftanın sonunda sonuçları poster şeklinde sunmaları istenmiştir. Çalışmada bir dizi değerlendirme yöntemi kullanılmıştır. Bu değerlendirme bileşenleri ve ağırlıkları şöyledir: sınıf tartışmalarında aktif katılım (% 15), sözlü sunum (% 10), takım testi (% 25), bireysel test (% 25) ve poster (% 25). Bu çalışmanın odağında ikinci haftanın başında yapılan değerlendirme bulunmaktadır. Bu değerlendirme matematiksel modelleme sürecinin temel kavramları üzerine inşa edilen formal bir testtir. 2 kişiden oluşan 4 takım, test üzerinde ayrı sınıflarda işbirlikli olarak çalışmıştır, böylece soruları ve yanıtları kolayca tartışabilmişlerdir. Bu çalışma bu test yönteminin yansımalarını içermiştir.

Küçük grup ya da takım olarak formal test yöntemi hakkında araştırmacılar birtakım soruların (Test tam olarak neyi ölçüyor? Takım üyeleri eşit şekilde katkı sağlıyor mu? Bunu nasıl bilebiliriz? Takım olarak test olan öğrenciler ne kazanır? Bu tür bir sınav hakkında öğrenciler ne düşünür?) ortaya çıktığını belirtmişlerdir. Formal testlere ilişkin öğrencilerin görüşleri alındığında 3 durum ortaya çıkmıştır: formal test yaklaşımı hakkındaki görüşleri, formal takım testlerin avantajları ve dezavantajlarıdır. Buna göre formal takım konusunda öğrencilerden gelen dönüt olumludur. Bu yaklaşımın bireysel testlerden daha çok gerçek yaşama benzediği ifade edilmiştir. Takımlar öğrenciler için kendi öğrenmelerinde aktif oldukları bir yoldur. Takım çalışması öğrencilere matematiği konuşma fırsatı vermektedir ve dolayısıyla öğrencilerin becerileri ve anlamaları keskinleşir. Formal takım testlerinin avantajları doğrultusunda yaygın bir özellik, her bireyin farklı güçlü ve zayıf yanlarının olduğudur. Hem öğrenme hem de değerlendirme amaçlı takım olarak çalışmanın bu güçlü ve zayıf yanların ortaya çıkarılmasında etkili olduğu ve böylece testin ezberleme yerine paylaşılan anlamanın bir ölçüsüne dönüştüğü ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin yanıt üzerinde anlaşmazlık yaşadığı yerde bazı dezavantajlar olmaktadır. Ancak bu anlaşmazlık konuların geniş kapsamda tartışılmasına yol açar ve doğru yanıt üzerine anlaşmaya doğru umut verici bir harekete yol açar.

4 haftalık dersin gözlenmesiyle birlikte küçük grup işbirlikli öğrenme ortamında motivasyonun arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Öğrenciler akranlarıyla iletişime geçerek öğrenmişlerdir ve “izleyerek öğrenme” yerine “yaparak öğrenme” atmosferi oluşmuştur. Bu çalışma değerlendirme görevlerinin portfolyosunun bir parçası olarak küçük grup formal testlerin kullanımını sunmuştur. Bir öğrenci bu dersi değerli bulduğunu, çünkü bu dersin matematiğin bazı kullanımları içerisine farklı bir perspektif sağladığını, sadece problem çözmeyi öğrenmediklerini, matematiksel bir çözüm bulmak için bir probleme nasıl yaklaşılacağını öğrendiklerini, grup içinde çalışmaktan da sınıftaki atmosferden zevk aldığını bildirmiştir.

Lingefjärd (2002) modelleme sürecinde öğretmen adaylarının ne öğrendiğini belirlemeyi ve matematiksel modelleme becerilerini değerlendirmeyi amaçladığı çalışmasında 25 öğretmen adayının bir modelleme problemi için vermiş oldukları yanıtları incelemiştir. Bu öğretmen adayları aynı zamanda matematiksel modelleme dersi öğrencileri olup model oluşturacakları konu alanını kendileri belirlemişlerdir. Öğretmen adayları tıp alanından anestezi ile ilgili bir problem durumunda matematiği nasıl kullanabileceklerini görmek istemişlerdir. Bu doğrultuda iki eğitmen tarafından öğretmen adaylarının kâğıtları incelenmiş ve pek çoğu onlarla birlikte tartışılmıştır. Grup ya da eşli olarak çalışan öğretmen adaylarıyla yapılan bu tartışma, inceleme ile öğrenme sürecinin kenetlendiğini açıkça ortaya koymuştur. Öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun problemle olan çalışmalarından zevk aldığı gözlenmiştir. Bazıları modelleme görevinin karmaşık olduğu konusunda görüş bildirmişler ve kendi yeteneklerinden endişelendiklerini ifade etmişlerdir. Ancak öğretmen adaylarının çoğu matematiksel modelleme sürecini tecrübe etme konusunda olumlu görüş bildirmişlerdir. İlginç buldukları spesifik bir alanda matematiğin nasıl ortaya çıktığını görme fırsatı yakaladıklarını ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarından modellerini açıklamaları ve savunmaları istendiğinden yanlış anlamaları da ortaya çıkmıştır. Özellikle modellerin doğrulanmasında teknoloji kullanımı dikkati çekmiştir. Sonuç olarak matematik öğretmen adaylarının matematiksel kimliklerinin geliştirilmesinde çok sayıda matematiksel etkinliğe katılmalarının eşit derecede önemli olduğu vurgulanmıştır.

Carlson, Larsen ve Lesh (2003) öğretmen adaylarında değişimin oranını ve birbiriyle ilişkili olarak değişim gösteren iki farklı niceliğin eşgüdümünü inceledikleri çalışmalarında bu konuların öğretimi üzerinde modelleme yaklaşımının etkilerini araştırmışlardır. Bu araştırmada önceden kullandıkları, su dolmakta olan, gövdesi küre, boğaz kısmı silindir şeklindeki bir şişenin içindeki suyun yüksekliğini gösteren fonksiyonun grafiğini çizmekle ilgili "Şişe Problemi" ni model ortaya çıkarma etkinliklerinin altı prensibine uygun şekilde yeniden düzenlemişlerdir. Daha sonra bu etkinliği matematik dersinde, 4 saat süreyle uygulayarak öğretmen adaylarının kaydedilen görüntü ve konuşmaları ile yaptıkları çözümlerini incelemişlerdir. Bu incelemeler yardımıyla, öğretmen adaylarının ürünlerinin, akıl yürütme becerilerinin ve kararlılıklarının çalışma için beklenenin üzerinde olduğu ve 22 öğretmen adayının şişe problemi için anlaşılabilir bir grafiğe ulaştığı görülmüştür. Onların bu başarısına katkısı olan faktörler araştırmacılar tarafından 1) öğretmen adaylarının anlayışlarını ve akıl yürütmelerini sözlü olarak ifade etme gereksinimi, 2) arkadaşlarına hem geri dönüt verme hem de alma gereksinimi, 3) öğretmen adaylarının akla uygun bir cevap üretilene kadar çözümlerini rafine etmeyi sürdürmesi gereksinimi, 4) görevi tamamlamaları için gereksinimleri duydukları zamanı kullanmalarına izin verilmesi şeklinde belirtilen model ortaya çıkarma etkinliklerinin özellikleri ile açıklanmıştır.

Schorr ve Lesh (2003) öğretmenlerle küçük grup çalışmaları şeklinde yapılan ve modelleme aktivitelerinden oluşan uzun süreli bir proje çalışması yapmışlardır. Projede öğretmenlerin modelleme sürecindeki öğrencileri nasıl değerlendirdikleri, öğrencilerin düşüncelerini nasıl algıladıkları ve bunlara uygun olarak öğretim yöntemlerini nasıl planladıkları araştırılmıştır. Bu doğrultuda öğretmenlere modelleme etkinlikleri yöneltilmiş ve öğretmenlerden küçük gruplar halinde çalışarak problemi çözüme götürecek önemli matematiksel kavramları ve düşünceleri, öğretim stratejilerini ve öğrenciden gelebilecek cevapları belirlemeleri istenmiştir. Ardından öğretmenlerden modelleme etkinliklerini sınıflarında uygulamaları ve öğrencilerinin verilen problemleri çözmede kullandıkları matematik kavramlarını nasıl ortaya çıkardıklarını belirlemeleri istenmiştir. Böylece öğretmenlerin: (a) problem çözme etkinliklerinde öğrencilerde gözlemlenmesi gereken en önemli davranışlar konusundaki algılamalarında (b) öğrencilerin cevaplarında güçlü ve zayıf olarak değerlendirilmesi gereken noktalar konusundaki görüşlerinde ve (c) ölçme-değerlendirme konusundaki fikirlerinde önemli değişiklikler olduğu görülmüştür.

Doerr ve English' in (2003) 11-13 yaş grubundaki öğrencilerin katılımıyla gerçekleştirdiği çalışmasında, öğrencilerin verileri seçmek, sıralamak, kıyaslamak amacıyla matematiksel düşünme süreçlerini incelemek, modelleme etkinlikleri esnasında geliştirdikleri farklı düşünme yollarını sınıflandırmak amaçlanmıştır. Çalışmada 5 modelleme etkinliği kullanılmıştır. Öğrenciler gruplara ayrılmadan önce etkinlikler sınıf ortamında tartışılmıştır. Daha sonra öğrenciler 4-5 kişilik gruplar halinde çalışarak probleme ilişkin model oluşturmuşlardır. Bu süreçte araştırmacılar grupların etrafında dolaşarak öğrencilerin çalışmalarını ve aralarındaki etkileşimi gözlemlemiş ve notlar almışlardır. Dersin sonunda gruplar bir araya gelerek ürettikleri modeller üzerinde tartışarak modelleri tanıtma, kıyaslama, düzenleme imkânı bulmuşlardır. Öğrencilere ait video ve ses kayıtları, çalışma kâğıtları, modellerine ve bunları nasıl geliştirdiklerine ilişkin raporlar ve araştırmacı notları ile veriler toplanmıştır. Sonuç olarak öğrencilerin her bir modelleme etkinliği için bağlamın, ilişkilerin ve temsillerin yorumlanmasını gerektiren düşünme sürecine girdiklerini ve öğrencilerin ürettikleri modelleri geliştirdikleri ve düzenledikleri görülmüştür. Çalışmanın bir diğer sonucu ise bazı öğrencilerin anahtar matematiksel kavramlara ilişkin ilk düşüncelerini sözel olarak ifade etmede zorlandıkları tespit edilmiştir.

Crouch ve Haines'in (2004), çalışması 25 birinci sınıf üniversite öğrencisinin modelleme becerileri üzerinedir. Veriler matematiksel modelleme problemlerinin yer aldığı çoktan seçmeli ankete öğrencilerin verdikleri yanıtlar, öğrencilerin yansıtıcı anketleri ve görüşmeler yoluyla elde edilmiştir. Öğrencilerin modelleme problemlerini çözmede kullandıkları süreçler yansıtıcı anket ve görüşmeler ile sınıflandırılmıştır. Öğrencilerin çoktan seçmeli problemleri çözmede kullandıkları süreçler 3 seviyede incelenmiştir. Birinci seviyede matematik dünyası ve gerçek dünyadan modele geçiş arasındaki ilişkilerin dikkate alındığına dair açık delil vardır. İkinci seviyede kanıt sınırlıdır ve iki durum vardır: 1. görüşmelerde öğrenciler model hakkında düşündüklerini belirtselerde yansıtıcı ankette bunun için çok az delil vardır. 2. model hakkında düşündüklerine dair görüşme ya da yansıtıcı anketler açıkça delil sunmaktadır ancak problemi etkili bir şekilde çözmek için gerçek hayat/matematik bilgileri eksiktir. Üçüncü seviyede, ne bir kanıt vardır ne de bir modelleme perspektifi benimsenmiştir. Bir diğer durum ise probleme, gerçek dünya anlamında sadece bakılmış ya da ne modele ihtiyaç duyularak ne de gerçek dünya ve matematik arasındaki ara yüze bakarak tamamen akıl yürütme veya matematik (modelleme döngüsündeki pozisyonuna göre) açısından bakılmıştır. Bu sınıflamaya göre öğrencilerin gerçek dünyadan matematik dünyasına geçişte zorlandıkları sonucuna ulaşılmıştır. Bir başka deyişle matematiksel modelleri gerçek dünya uygulamaları ile ilişkilendirmede öğrencilerin yaşadıkları zorluklar ortaya konmuştur. Bu davranış, matematik ve fen bilimlerinde geniş çaplı yapılan araştırmalarla tutarlı bulunmuştur. Öğrencilerin bu iki dünya arasında bağlantı kurmalarında daha güçlü deneyimlere ihtiyaç olduğu ortaya konmuştur.

English ve Watters (2004) 8 yaş grubundaki öğrenciler ve bu öğrencilerin öğretmenleri ile yürüttüğü nitel araştırmada öğrencilerdeki matematiksel bilgi gelişimi ve düşünme süreçlerini araştırmıştır. Ön hazırlık amaçlı olarak bir dönem boyunca öğretmenlere modelleme etkinlikleri tanıtılmış ve öğretmenlerden değişik düşünme yollarını tanımlamaları ve yorumlamaları istenmiştir. Bunun yanı sıra her bir etkinlik için öğretmenler öğrencilerdeki bilgi ve düşünce gelişimi, etkinlikler ve uygulama stratejileri üzerine tartışmışlardır. Bu hazırlık sürecinden sonra öğrencilere iki modelleme etkinliği sunulmuştur. Modelleme çalışmaları ile öğrencilerden yazılı olarak ya da diyagramlarla verilen matematiksel bilimsel bilgiyi yorumlama, basit veri tablolarını okuma, veri toplama, sembolleştirme, veri analizlerini rapor etme ve grup içi işbirliğini sağlama araştırılmıştır. Modelleme uygulamalarında öğretmen davranışları, öğretmen-öğrenci etkileşimi, bir grup öğrencinin modelleme sürecine ait video görüntüleri ve öğretmenlerle yapılan görüşmelere ait ses kayıtları verileri oluşturmuştur. Öğretmenler, bu model oluşturma etkinliklerinde sınıfın 3-4 kişilik gruplar halinde çalışmalarını sağlamıştır. Her ders saati 40 dakika olarak belirlenmiştir. Öğrencilerin modelleme etkinlikleriyle çalışırken, anlam oluşturma, problem kurma, hipotez oluşturma ve matematikleştirme durumlarıyla meşgul oldukları gözlemlenmiştir. Çalışmanın bir sonucu olarak ilköğretim düzeyindeki öğrencilerle yapılan modelleme etkinliklerinin, öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerini ve problem çözme becerilerini geleneksel problem çözme etkinliklerinden daha fazla geliştirdiği ortaya çıkmıştır. Bunun yanı sıra öğrencilerin problemdeki verilere dikkat etmeden kaydettikleri ve geçmiş deneyimlerinden elde ettikleri informal bilgilerden hareketle verilerdeki değişkenliği açıkladıkları gözlenmiştir. Modelleme etkinliklerinde gözlenen bir diğer durum ise öğrencilerin sahip oldukları informal bilgileri ile problemde tespit ettikleri anahtar kavramları ilişkilendiremedikleri ortaya çıkmıştır. Bu çalışma, matematiksel modelleme etkinlikleri yardımıyla 8 yaşındaki öğrencilere üst düzey matematiksel kavramların ve modellerin öğretilebileceğini göstermektedir ancak informal bilgilerle problemden açığa çıkan anahtar kavramlara ait bilgilerin birbirinden ayırt edilmesi gerekmektedir. Bu durumun gözlendiği öğrencilerin üst bilişsel ve eleştirel düşünme becerilerinin geliştiği tespit edilmiştir.

Maaß (2005) öğrencilerin günlük rutin okul yaşantısına modelleme etkinliklerinin dâhil edilmesinin etkilerini incelemek amacıyla yaptığı çalışmasında aşağıdaki sorulara yanıt aramıştır:

1) Modelleme uygulamalarının dâhil edildiği matematik sınıflarında ders boyunca öğrencilerin matematiksel inançları nasıl değişmektedir?

2) Bu dersler öğrencilerin modelleme sürecinde etkin olmalarını nasıl sağlar?

3) Modelleme becerileri ve matematiksel inançlar arasında nasıl bir ilişki vardır?

Veri toplama sürecinde altı modelleme ünitesi 8. sınıflardan ikişer paralel sınıfa 2001 yılı nisan ayı ile 2002 yılı temmuz ayı arasında uygulanmıştır. Bu öğretim ünitelerinin içeriği farklı uygulamalı alanlarından oluşturulmuştur, bunlar farklı bir matematiksel içeriğe aracılık etmişlerdir ve matematiksel modelleme hakkında meta-bilgi geliştirilmesine imkân vermişlerdir. Derslerde kullanılan problemler, içerikleri ve çalışma için ayrılan süre şöyledir:

1. Porsche' nin yüzey alanı kadardır? (içerik: modellemenin tanıtımı, geometri ve ayrılan süre 3 derstir.)

2. 25 km uzunluğundaki bir trafik kuyruğunda kaç kişi bulunabilir? (içerik: bilinmeyen bir konunun modellenmesi, aritmetik ortalama hesabı ve ayrılan süre 5 derstir.)

3. Müşteri alışkanlıklarına göre mobil araçların fiyatları nasıl düzenlenebilir? (modelleme süreçlerine göre meta-bilgi, çok değişkenli fonksiyonlar ve ayrılan süre 10 derstir.)

4. Belli bir kişinin vücut yüzeyi ne kadar büyüktür? (yardım almadan problemin modellenmesi, ayrılan süre 1 derstir.)

5. Çatılara güneş enerjisi koymak kaydıyla X şehrinin suyunu ısıtmak mümkün müdür? (içerik: modellemenin karmaşık bir örneği, üçgenlerin benzerliği, yardımsız veri toplama, istatistik ve ayrılan süre 8 derstir.)

6. Bir topun düşme yüksekliği ile rebound sonrası yüksekliği arasındaki bağıntı nedir? (içerik: ölçülen uzunluğun analizi, doğrusal fonksiyonlar ve ayrılan süre 4 derstir.)

Bu problemlerden 1, 3 ve 5 Maaß tarafından hazırlanmıştır, diğerleri alan yazında bulunmaktadır. Öğrencilerin matematiksel inançlarına ilişkin veriler anketler, görüşmeler ve öğrencilerin günlükleri aracılığıyla, modelleme yeteneklerine ilişkin veriler ise testler, yazılı sınıf testleri, kavram haritaları ve görüşmeler aracılığıyla elde edilmiştir. Verilerin analizinde iki değerlendirme yöntemi kullanılmıştır. İnançların değerlendirilmesinde gömülü teoriye dayalı teorik kodlama, n-vivo tekniği, Grigutsch' in (1996) kodları, modelleme yeteneklerinin değerlendirilmesinde ise Blum ve Keiser' in (1997) belirteçleri kullanılmıştır (akt. Maaß, 2005). Çalışmada yöntemsel olarak nicel sosyal bilimler, teorik olarak gömülü teori ve eylem araştırması benimsenmiştir. Bu çalışma nitel bir çalışma olup istatiksel anlamda örneklemin temsil özelliği yoktur. Bu nedenle durumların nicelleştirilmesinde ise " birçok ", "çok az" ya da "benzer" kelimeleri kullanılmıştır. Çalışmada 35 olayın gelişim sürecine ilişkin değerlendirmeler bulunmaktadır.

Çalışmada öğrencilerin matematiksel inançlarının (öğrencilerin olduğu kadar öğretmenlerin de) okuldaki rutin matematik eğitiminde modellemenin uygulanmasını büyük ölçüde etkilediği belirtilmiştir. Bir başka deyişle öğrencilerin modelleme uygulamalarındaki davranışları, matematiksel inanç sistemlerinden etkilenmektedir. Öğrencilerin matematiksel inanç sistemi ile eylemleri arasındaki bağlantı incelenerek 6 ideal tip tanımlanmıştır. Bu tipler şöyledir:

İdeal tip A: *öğrenciler uygulama yönelimli matematiksel inanç sistemine sahiptirler ve modelleme uygulamalarına olumlu bakmışlardır. Uygulama yönelimli inançlar çalışma boyunca şiddetlidir.*
İdeal tip B: *öğrenciler süreç yönelimli matematiksel inanç sistemine ve modelleme uygulamalarına yönelik olumlu tutumara sahiptir. Uygulama yönelimli inançlar çalışma boyunca çoğalmıştır.*
İdeal tip C: *öğrenciler şema yönelimli matematiksel inanç sistemine sahiptir ve modelleme uygulamalarını duygusal olarak reddederler. Uygulama yönelimli inançlar çalışmanın sonuna dek geliştirilememiştir.*
İdeal tip D: *öğrenciler biçimcilik yönelimli matematiksel inanç sistemine sahiptir ve modelleme uygulamalarını duygusal olarak reddederler. Uygulama yönelimli inançlar çalışmanın sonuna dek geliştirilememiştir.*
İdeal tip E: *öğrenciler bilişsel-şekilli konusuz matematiksel inanç sistemine sahiptir. Bunlar, kısa süreli öğretim üniteleri hakkındaki inançlardır ve öğrenmenin gerekliliği küçüktür. Modelleme uygulamalarına karşı olumsuz davranış sergilerler. Sadece çok az uygulama yönelimli inanç geliştirilememiştir.*
İdeal tip F: *öğrenciler duyuşsal-şekilli konusuz matematiksel inanç sistemine sahiptir. Bunlar öğretim yöntemleri, atmosfer ve anlama üzerine inançlardır. Dahası öğrenciler içeriği çok iyi anladıklarına inanmaktadırlar. Modelleme uygualamalarına olumlu bakmaktadırlar ve uygulama yönelimli inançlar geliştirmektedirler.*

Buna göre çalışmayan katılan öğrencilerden çok azı kısmen ya da tamamiyle B ya da D tipindedir. Öğrencilerin çoğu A, C, E ya da F ya da bunların bir birleşimi olarak sınıflandırılmıştır. Olumsuz reaksiyon gösteren öğrencilerin matematiksel inanç sistemleri C, D ya da E dir. Bunlar öğretmenin ilk modelleme uygulaması girişiminden sonra modellemenin matematik derslerine dahil edilmesine engel olmuşlardır. Çalışmanın bir diğer sonucu ise öğrencilerin matematiksel inançlarının modelleme becerilerinin kazanılmasında büyük etkisi olduğudur. Buna neden olarak matematiksel inançlarla yakından ilişkili olan modelleme ve matematiğe ilişkin tutumların, modelleme yeteneklerinin ve matematiksel yeteneklerin birlikte modelleme davranışını tanımlaması verilmiştir. Sonuçlar öğrencilerin üst bilişsel modelleme yeteneklerini geliştirebildiklerini göstermiştir. Çalışma sonunda pek çok öğrenci modelleme süreci hakkında bilgi sahibi olurken çok azı temel seviyede kalmıştır. Modelleme problemlerine öğrencilerin verdiği çözümler incelendiğinde modelleme sürecinin her aşamasında yaygın olarak hata yapıldığı gözlenmiştir.

Çalışmadan elde edilen genel sonuçlara göre, eğitimin erken dönemlerinde matematiksel modelleme etkinliklerinin kullanımının gerekli olduğunu ve bu yolla daha fazla öğrencinin uygun bir matematiksel inanç sistemi geliştirebileceğini savunmuştur. Modelleme etkinliklerinin dâhil edilmesi ile önerilen fırsatların bu entegrasyonun önemini ortaya koyduğu belirtilmiştir. Hizmet içi ve hizmet öncesi öğretmen eğitim programları içerisine modelleme uygulamalarının acilen dâhil edilmesi gerektiğine de vurgu yapılmıştır.

Alman hükümeti tarafından 1998-2003 yılları arasında matematik ve fen öğretiminin geliştirilmesi amacıyla yürütülen SINUS adlı reform projesi kapsamında derste kullanılacak etkinliklerin değiştirilmesi ve bunun sonucu olarak matematik öğretiminde kalitenin arttırılması amaçlanmıştır. Almanya genelinde 10-16 yaş grubundaki öğrencilerden oluşan 180 okul bu projeye katılmıştır. Öğrencilerin derslerde matematiksel yeterlikler gerektiren ve bilişsel olarak aktif olabilecekleri etkinlikler ve problemlerle baş etmesi temel amaç olarak benimsenmiştir. Proje kapsamında öğretmenlerden her kademedeki ders programları ve öğretim elemanları ile işbirliği içerisinde olmaları istenmiştir. Proje kapsamında öğrenciyi bilişsel olarak zorlayan etkinlikler, yeterliklerini geliştirmeyi amaçlayan senaryolar ve metodolojik kavramlar gibi birçok uygulanabilir materyal geliştirilmiştir. Diğer taraftan öğrencilerin matematiksel başarısı sınıf gözlemleri, sınavlar, periyodik olarak yapılan testler aracılığıyla değerlendirilmiştir. Sonuçlar öğrencilerin sınıf ortamında model oluşturma ve tartışma fırsatı bulduklarını, matematiksel kavramlar arasında ilişkiler kurduklarını ve öğrencilerin zihinsel aktivitelerinde kayda değer gelişimler olduğunu göstermektedir. Ayrıca proje kapsamında ortaya çıkan sorunların öğretmenlerin bilgilerini uygulama noktasında yaşadığı sıkıntılardan değil bilgi eksikliğinden kaynaklandığı anlaşılmıştır. Bu doğrultuda öğretmenlerin, öğrencilerin karşılaştığı zorluklar ve yürüttükleri sürece ilişkin bilgilerinin eksik olduğu ve öğrencilerin çözüm süreçlerini belirlemek amacıyla uygun yollar geliştiremedikleri gözlenmiştir. Bu eksikliklerin giderilmesi için DISUM adlı yeni bir proje hayata geçirilmiştir. Matematik eğitimi ve pedagoji arasında ilişki kuran bu projenin amacı öğrencilerin öğrenme süreçlerinin analizi ve SINUS projesine katılan öğretmenlerin tecrübesi doğrultusunda öğretimle ilgili kavramların keşfedilmesi ve geliştirilmesidir. Projeye farklı tür okullardaki 9. sınıflar katılmıştır; dolayısıyla proje kapsamında 9. sınıflara yönelik modelleme etkinlikleri kullanılmıştır. Bulgular öğretmenlerin, öğretim yaklaşımları ile öz düzenlemeli öğrenme süreçlerini bir araya getirmesinin önemini göstermiştir. Öğretim yaklaşımlarının uygulanmasındaki başarının ders düzeni, motivasyon ve bağlam gibi farklı değişkenlere bağlı olduğu görülmüştür. Bireysel çalışmalar yeterince desteklenmediğinde öğrencilerin bilişsel, duyuşsal ve sosyal problemler yaşadıkları görülmüştür. Ayrıca, çalışma sonuçları öğretmenlerin etkinliklere ilişkin bilgisinin öğretim yaklaşımlarının belirlenmesinde ve öğrencilerdeki bilişsel sınırlılıkların aşılmasında etkili olduğunu göstermiştir (Blum ve Leiβ, 2005).

Llinares ve Roig (2005) çalışmalarında ortaöğretim öğrencilerinin sözel problemleri çözmede kavramsal araç olarak ürettikleri ve kullandıkları matematiksel modelleri incelemişlerdir. Çalışmaya 15-16 yaş grubundaki 511 öğrenci katılmıştır. Ayrıca öğrencilerin problemleri nasıl anlamlandırdıklarının ve matematik modelleri kullanarak nasıl çözdüklerinin derinlemesine incelenmesi amacıyla rastgele seçilen 71 öğrenciyle yapılan görüşmelerde her bir öğrencinin problemi yorumlamak için ürettiği ve kullandığı model oluşturma yolları ve bu modellerden hareketle nasıl karara vardıkları bilgisine ulaşılmıştır. Öğrencilerin problem çözme yaklaşımlarının belirlenmesi matematiksel modeli geliştirme sürecine ilişkin farklı basamaklar tanımlamaya fırsat vermiş ve bu doğrultuda veriler sınıflandırılmıştır. Öğrencilerin modelleme sürecine ilişkin ciddi sıkıntılar yaşadığı ve sahip oldukları matematik bilgilerini model oluşturmada kullanmakta zorlandıkları görülmüştür.

Sriraman (2005) model ortaya çıkarma kavramının algılanışı üzerine yaptığı çalışmada lisansüstü öğrencilerinin model ortaya çıkarma kavramıyla ilgili kafalarındaki karışıklıkları, anlayışlarının çeşitliliğini ve tercihlerini incelemiştir. Çalışmada "Yüksek seviyedeki çeşitli matematik kurslarında önceden matematiksel modelleme ile karşılaşan öğrencilerin model ortaya çıkarmanın yapısına ilişkin görüşleri nasıldır?" ve "bu yapı, Lesh ve Doerr' in (2003b) belirttikleri yapıdan farklı mıdır?", sorularına cevap aranmıştır. Bu amaçla beş yüksek lisans öğrencisi ile yürütülen çalışmada veriler sınıfta konuşulanlar, yazılı dokümanlar ve ikili görüşmeler yardımıyla toplanmıştır. Modelleme üzerine yapılan sınıf tartışmalarında Lesh ve Doerr' den (2003b) seçilen okuma parçaları temel alınmıştır. Görüşmelerde pür ve uygulamalı matematikten problemler kullanılmıştır. Çalışmada görüşülen 1. öğrenci model yapılandırma ve yapıyı genelleme üzerine odaklanmıştır. Ayrıca model çıkarma ifadesinin problemi çözerken yürürlüğe konan süreçler / modeller yönüne önem vermiştir. Gerçeklik prensibi üzerine vurgu yapan 2. öğrenci için model ortaya çıkarma, sadece problem bir gerçek dünya bağlamında bulunuyorsa ortaya çıkmaktadır. Üçüncü öğrenciye göre ise zihinsel süreçlerin / modellerin yürürlüğe konması gerçek bağlamı ortaya çıkarmaktadır. Görüşmelerdeki ve derslerdeki örneklere bakarak, modelleme yapısının sınıfta öğretiminin karmaşık olduğu kadar öğrencilerin bu yapı ile ilgili anlayışlarında da farklılıklar bulunduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca çalışmanın sonunda modelleme ile ilgili dünya genelindeki anlayış farklılıklarına da dikkat çekerek, çok faydalı bir çaba olduğu halde modellemenin tanımı, kullanımı ve uygulamasının nasıl olacağı konusunda tamamen birlik sağlanmasını beklemenin mümkün olmadığı belirtilmiştir.

Businskas (2005) çalışmasında üç matematik öğretmeni ile gerçek hayat modellemelerinin matematik derslerinde nasıl kullanıldığına ilişkin görüşmeler yapmıştır. Sonuç olarak üç öğretmenin gerçek hayat ile bağlantılar yapma ve modellemeler kullanmada benzer görüşlere sahip oldukları bulunmuştur. Buna göre; matematikte verilen gerçek hayat modellemeleri ile ilgili örnekler genellikle ekonomi, oyunlar ve matematiği bir araç olarak kullanan diğer mesleklerden seçilmektedir. Modellemeler öğrencilerin zihinlerini hazırlamak ve motivasyonunu arttırmak için kullanışlıdır. Öğretmenler, küçük yaş gruplarında gerçek hayat modellemesi kullanmasının daha önemli olduğunu düşünmektedirler. Öğretmenler, yaptıkları öğretim sırasında ihtiyaçları doğrultusunda konunun belirli bir kısmı için gerçek hayat modellemesi bulmanın zor olduğunu söylemektedirler.

Biembengut (2006) gözlenen bir olgunun modelini yapmada veya bir şeyleri anlamak ya da çözmek için bir model kullanımında zihinsel süreçlerin üç safhasının gerçekleştiğini ve ilkoku düzeyinde modelleme prosedürlerinin bu üç safha (algılama ve anlama, kavrama ve açıklama, anlamlandırma ve modelleme) dikkate alınarak sentezlenmesi gerektiğini belirtmiştir. Buna göre ilköğretim düzeyinde modelleme ve uygulamaya yönelik olarak 70 öğrenciden oluşan iki adet 2. sınıf öğrenci grubuyla art arda iki yıl süren bir çalışma yürütmüştür. Doğrusal ölçme sisteminin öğretimiyle ilgili olarak hazırlanan bir etkinlik bu safhaların gözlemlenmesine imkân verecek şekilde planlanmış ve öğrenciler tarafından çalışılmıştır. Çalışmada sonuç olarak, ilköğretim düzeyinde matematiksel bağlamların anlaşılabileceği ve matematiksel dilin kullanılacağı etkinliklerin planlanmasının zor olmadığı, matematiksel modellemenin farklı olaylar veya algılanan bilgilerin semboller ve mesajların anlamlarıyla temsil edilebilmesi gibi önemli becerilerin gelişimine katkı sağlayabileceği belirtilmiştir.

Mousoulides, Pittalis ve Christou’ nun (2006) ortalama kavramını geliştirmek için düzenledikleri modelleme etkinliklerinde öğrenci çalışmalarının tarzlarını açıklamak amacıyla yaptıkları araştırmaya onikisi kız, sekizi erkek olmak üzere 6. sınıf öğrencileri katılmıştır. Öğrencilerle “yaz kampı işi” ve “ilaç endüstrisi altın ödülü” adlı 40’ ar dakikalık iki modelleme etkinliği yapılmıştır. Her etkinlik hazırlık soruları ve ısınma amaçlı sınıf tartışmalarıyla başlamış, öğrenciler çözüm için üçerli veya dörderli gruplar halinde çalışarak, çalışmalarını bitirdiklerinde sorgulama, diğerleriyle karşılaştırma ve dönüt alıp onları değerlendirme amacıyla sınıf arkadaşlarına modellerini sunmuşlardır. Öğrenciler modellerini gözden geçirip düzeltmek amacıyla arkadaşlarıyla çalışmış ve son olarak sınıfça modelleme etkinliği süresince gelişen anahtar matematiksel düşünceler ve işlemler üzerine odaklanan sınıf tartışmaları yapmışlardır. Veri kaynağı olarak sınıftaki genel tartışmalar için video kayıtları, grupların çalışmaları için ses kayıtları, öğrencilerin çalışma kâğıtları ve raporları, araştırmacıların notları kullanılmıştır. Öğrenciler etkili bir şekilde çalışmışlar, tıpkı profesyonel matematikçiler gibi problemi farklı bakış açıları kullanarak incelemişler, hipotez kurup denemişler, modellerini ve çözümlerini değerlendirmişler, modifiye etmişler, yeniden gözden geçirip düzeltmişlerdir. Öğrencilerin modelleme etkinlikleriyle çalışmasının önemli bir yönünün de doğal olarak grup içersinde yer alan iletişim ve sosyal etkileşim olduğu, bu etkileşimin öğrencilere çalışmalarının yönünü inceleme, planlama, bir diğerinin varsayımına ve iddiasına karşı çıkma, bir takım olarak grupça çalışmayı sağlama gibi durumlar sağladığı belirtilmiştir.

Jacobini ve Wodewotzki (2006), çalışmalarında matematiksel modellemeyi keşfedici senaryo bağlamında incelemişlerdir. Bir öğrenme ve öğretme stratejisi olarak modellemeyi model inşasına ve matematiksel uygulamalara konumlandıran araştırmacılar sınıf içinde uygulamalarla politik-yansıtıcı imkânları tartışmışlardır. Çalışma 2003 yılında bilgisayar mühendisliği bölümünde analiz dersi alan 10 gönüllü öğrencinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmada öğrenci için akademik olgunlaşma sürecinin öğrencinin model oluşturma ve simulasyonu sonuçlandırmada yetkin hale geldiği, öğretmenlerin modellemeyi uygulamayı politik görüş olarak tercih ettikleri sonucuna ulaşılmıştır. Ancak öğretmenlerin matematik sınıfı ve program bilgisi dâhilinde mücadeleye hazırlıklı olmaları gerektiği belirtilmiştir. Öğretmenlerin geleneksel sınıf ortamının güvenli halinden okul dışı öğrenci çalışmalarının yapıldığı bir risk alanına geçtiklerinin farkında olmaları gerektiği de vurgulanmıştır.

Kaiser ve Schwarz (2006) çalışmalarında, okulda matematiksel modelleme üzerine düzenlenen, matematik öğretmen adaylarının ve Hamburg'daki bazı liselerden öğrencilerin birlikte katıldıkları üniversite seminerini incelemişlerdir.

Seminerde, öğretmen adayları 16–18 yaşlarındaki öğrencilerle birlikte, her grup bağımsız olarak bir modelleme örneği üzerinde olacak şekilde, lise düzeyinde modelleme etkinliklerini, ya olağan derslerde ya da özel öğleden sonra gruplarında uygulamışlardır. Çalışmanın veri kaynağı olan modelleme seminerinin ana amacı gelecekte matematiksel modelleme ve onunla ilişkilendirilmiş öğrenme deneyimlerinin merkezi bir rol oynayacağı düşüncesiyle, matematik bölümünün akademik programını değiştirmek ve öğretmen adaylarının gelecekteki meslek yaşamlarında matematiği öğretirken modellemeden yararlanabilecek hale getirmek olarak belirtilmiştir. Araştırmacılar on okuldan 180 öğrenci ve 32 öğretmen adayının katıldığı 2001’ den 2004’ e kadar süren yoğun modelleme kurslarının başlangıcında, projenin 2. ve 3. aşamasının sonunda anketler uygulamışlardır. Elde edilen veriler incelendiğinde şu sonuçlara ulaşılmıştır: 1) Karmaşık ve yüksek standartlardaki modelleme örneklerinin okullarda uygulanabilir olduğu görülmüştür. 2) Karmaşık modelleme örnekleri sadece çok yetenekli ve yüksek performanslı öğrencilerle sınırlı kalmamış, aksine normal okullardaki vasat öğrenciler tarafından da uygulanabilmiştir. 3) Öğrencilerin matematiksel inanışlarında ve öğretmen adaylarının matematik ve matematik eğitimiyle ilgili kaygılarında olumlu değişimler olmuştur. 4) Öğretmen adayları semineri öğrencilere göre daha olumlu değerlendirmişlerdir. 5) Modelleme örnekleri, seminere katılanlar tarafından gerçeğe çok yakın bulunmuştur. 6) Modelleme kursundaki takım çalışması uygulaması olumlu olarak değerlendirilmiştir. 7) Projenin amacının lise öğrencilerinin gelecekteki üniversite yaşamlarında matematiğe yönelmelerini sağlamak olmasına rağmen, bu yönde sadece çok küçük bir değişim belirlenebilmiştir. Bununla birlikte, muhtemelen modelleme etkinliklerinin matematiğin çeşitli alanlardaki uygulanabilirliğini göstermesinden kaynaklanan, teknik çalışmaları tercih etmeye yönelik bir eğilim saptanmıştır.

Lingefjärd (2006) yapmış olduğu çalışmasında modelleme dersini alan üniversite öğrencileriyle özel küresel modelleri, harita modellerini, yerel ısınma üzerine modelleri, popülasyon modellerini, sonu olmayan modelleri, tıbbi modelleri, spordaki modelleri (performansa karar vermek için lineer programlama modeli), iletişim modellerini (iletişim antenlerini geometrik şekillere göre yerleştirme modelleri) ve geometrik modelleri incelemişlerdir. Bir yıl boyunca devam eden derslerin sonunda öğrencilerin inceledikleri modellerle ilgili görüşleri alınmış, öğrencilerin geometriyle ilgili modelleri eğlenceli, ısınma ve soğumayla ilgili olanları ilginç ve kullanışlı, tıpla ilgili olanların da gerçek olduğunu iddia ettikleri görülmüştür. Çalışmanın bir diğer sonucu olarak matematiksel modellemeyi geleneksel yollarla öğretmenin zor olduğu bulunmuştur. Matematiksel modellemenin öğretiminin sadece modelleme döngüsünün önemi, model geliştirme ve tahminleri sınırlamayı öğrenmek ve tartışmak için değil, matematiğin günlük yaşamımızdaki varlığıyla ilgili öğrenme ve tartışmalar için de fırsatlar sunması gerektiği belirtilmiştir.

Maaß (2006) deneysel verileri temel aldığı çalışmasında modelleme becerilerinin eski tanımlamalarına eklemeler yapmak amacıyla "modelleme becerileri nelerdir?" sorusuna cevap aramıştır. Bu amaçla yedinci sınıfta okuyan (13 yaşında) 42 öğrenciden oluşan paralel iki sınıfa kırk beş dakikalık on iki ders süren beş tane modelleme etkinliği uygulamıştır. Veri toplama aracı olarak matematiksel kapasiteyi ölçen bir test, modelleme testleri, yazılı sınıf testleri, ev ödevleri, üst bilişsel modelleme becerilerini araştırmak amacıyla kavram haritaları, görüşmeler, öğrenci günlükleri ve anketler kullanılmıştır. Çalışmada düşük seviyeli öğrencilerin bile modelleme becerilerini geliştirebilecek yapıda oldukları sonusuna ulaşılmıştır.

Doerr (2006), yirmi yıldan fazla öğretmenlik tecrübesi olan ve üstel fonksiyonlara ilişkin geniş alan bilgisine sahip ortaöğretim matematik öğretmenlerinin katılımıyla gerçekleştirdiği çalışmasında öğrencilerinin üstel artışa ilişkin olarak oluşturdukları matematiksel modellere öğretmenlerin nasıl karşılık verdiklerini ve bu süreçte karşılaşılan zorlukları araştırmıştır. Çalışmada öğrencilerden geometrik dizi oluşturacak şekilde satranç tahtasına yerleştirilen bozuk paralar arasındaki üstel artışı keşfetmeleri ve her bir karedeki bozuk para miktarını, kare sayısının fonksiyonu olarak ifade etmeleri istenmiştir. Ayrıca öğrencilere hangi karedeki bozuk paraların yüksekliğinin sınıfın tavanına, dağın tepesine ulaşacağı sorulmuştur. Bu problemin uygulandığı ders video kaydına alınmış ve araştırmacı tarafından notlar alınmıştır. Video kayıtlarının odağında öğretmen-öğrenci arasındaki etkileşim ve bilgi değişimi vardır. Çalışmanın veri kaynakları derslerin işlenişine ait video görüntüleri, araştırmacı notları ve öğretmenlerle yürütülen görüşmelere ait ses kayıtlarından oluşmaktadır. Sonuçlar araştırmaya katılan her bir öğretmenin öğrencileri dinlemek için farklı yöntemler kullandıklarını ortaya koymuştur. Bu farklılıkların katılımcıların sınıf ortamındaki sınırlılıklarından ve bilginin karmaşıklığından kaynaklandığı ifade edilmiştir. Bunun yanı sıra öğretmenlerin, öğrencilerinin sahip olduğu bilgi birikimi hakkında fikir sahibi olmalarının önemli olduğu belirtilmiştir.

Swan, Turner, Yoon ve Muller' in (2007) çalışmasında modelleme ve uygulamalarının matematik öğrenmeyi nasıl kolaylaştırdığı araştırılmıştır. Matematik eğitimi için Shell Merkezi olarak ifade edilen kurumdan alınan bazı örneklerle temel matematiksel araçlar, hem kavramların hem de becerilerin modelleme etkinlikleri doğrultusunda nasıl geliştirilebildiğini göstermek amacıyla kullanılmıştır. Lesh' ten alınan çalışmalarla modellemenin matematiksel yeteneklerin gelişimini nasıl ilerlettiği gösterilmiştir. Bu bağlamda KOM çerçevesinin iki grubu tartışılmıştır. Bu gruplardan ilki matematiksel dil ve araçlarla ilgilenirken ikincisi matematik içinde, matematikle ilgili ve matematik hakkında soru sorma ve yanıtlama ile ilgilenir. Matematiksel dil ve araçlarla ilgilenme gösterimleri, sembol kullanmayı, formülüze etmeyi ve iletişimi içerir. Matematik içinde, matematikle ilgili ve matematik hakkında soru sorma ve yanıtlama ise modellemenin matematiksel düşünme olarak kullanıldığı kısmı, problemlerin üstesinden gelmeyi ve akıl yürütmeyi içerir.

Shell merkezi ve bir İngiliz sınav heyeti 1980' lerde beş modülden oluşan bir program ve değerlendirme şeması geliştirmiştir. Burada asıl amaç matematik okur yazarlığının geliştirilmesidir. Çalışmada kullandıkları örnekler; cebirde uzmanlaşmayı öğrenme, binomial dağılımı anlama, bir çözüm stratejisi içinde uzamsal gösterimi kullanma ve yine bir çözüm stratejisi içinde grafiksel gösterimi kullanma üzerinedir. Bu örneklerle modellemenin matematiksel dil ve araçları geliştirdiği ortaya konmuştur. Modellemenin her bir kısmında grup tartışmalarının önemine dikkat çekilmiştir. Problemleri öğrenciler formülüze ettikleri için tartışma onlara ilgili ve ilgisiz durumları fark etmelerini ve değişkenler arasındaki ilişkileri yapılandırmalarına olanak sağlamıştır. Öğrenciler birlikte düşünerek beyin fırtınası yapmışlardır. Baştan sona öğrencilerin aralarında geçen konuşmalar, matematiksel bilgilerin paylaşımında ve bilişsel yapıların aktifleştirilmesinde önemli katkı sağlamıştır. Matematiğin fark edilmesi ve gerçekliğin matematikleştirilmesi yaklaşımları, bağlamlar ve bu bağlamlara ilişkin formal matematiksel ifadeler arasındaki bağlantıları güçlendirme ve soyut matematik formüllerinin uygulamalarının çalışılmasında motivasyon sağlama açısından önemli fırsatlar sunmuştur. Matematiksel iletişim kurma yeteneği diğerlerinin ne duyduğunu, ne anladığını ve ne yorum getirdiğini, matematiksel tanımları oluşturma ve diğerlerinin de anlayabileceği şekilde yazılı ya da sözlü şekilde ifade etme yeterliği sağlamıştır.

KOM' un ikinci çeçevesinde zengin bir modelleme durumunun hem soru sorma hem de yanıtlama anlamında imkan sunduğu belirtilmiştir. Modelleme matematikte anlamlandırma ve anlama konusunda güçlü bir destekleyicidir. Gerçek hayat bağlamında problemler sunulduğunda, öğrenciler bağlam hakkında sorular oluştururlar ve kendi matematiksel bilgilerinin faydalı kısımlarını problemi keşfetmede düşünürler. Bu sırada dış dünya ve matematiksel bilgileri arasında bağlantı kurmaları konusunda hemen desteklenmeleri gerekir. Modelleme ayrıca basitleştirme ve detaylandırma süreçleri boyunca akıl yürütmeyi de teşvik eder. Bu duruma örnek olarak TIMMS video derslerinden bir örnek sunulur. Bunun yanı sıra farklı niteliklerde toplamayı ve karmaşık yapıları işlemsel olarak tanımlamayı öğrenmeyi sağlayacak bir başka örnek de sunulmuştur. Bu yönüyle modelleme etkinliklerinin ders kitaplarında yer alan tek değişkene bağlı matematik sorularından farklılığı ortaya konmuştur. Böylece öğrencilerin olguları kendilerinin tanımlamaları da sağlanmıştır.

Bu çalışma ile modellemenin öğrencilerin geliştirmek zorunda oldukları matematiksel becerilerden biri olduğu gibi aynı zamanda diğer matematiksel becerilerin gelişimini de sağladığı ve desteklediği sonucuna ulaşılmıştır. Böylece matematiksel modelleme deneyimlerinin sadece öğrencilerin ihtiyaç duyduğu matematiksel bilgileri öğrenmeye zorlamadığı aynı zamanda yeni matematiksel bilgileri de geliştirdiği tespit edilmiştir. Modellemenin kendini doğrulayan sürecinin öğrencilerin matematiği bir disiplin olarak anlamada ihtiyaç duydukları ürün ve süreç arasındaki bilişsel süreçlerin (soru sorma, matematiksel araçları kullanma, cevaplar üretme ve sonra yeni sorular oluşturma) gelişimine de yardımcı olduğu saptanmıştır.

Ikeda, Stephens ve Matsuzaki (2007) modelleme çalışmalarında her biri yaklaşık bir saat süren dört farklı döngüyü önermektedir. Buna göre; 1) Bir ya da iki çoktan seçmeli modelleme problemleri belirlenir ve öğrencilerin üstesinden gelmelerini sağlanır. 2) Öğrenciler problemleri bireysel olarak çözerler. 3) Öğrenciler cevaplarını 3' er kişilik gruplarda tartışırlar. 4) Öğrenciler kısa bir rapor hazırlarlar. Döngü tamamlandıktan sonra öğrenciler cevaplarını tüm sınıfla tartışırlar. Burada öğretmen önemli noktaları belirtir. Bu döngüye göre çalışmada sadece 1 ya da 2 modelleme problemi tartışılmıştır. Döngünün birinci basamağından önce ve dördüncü basamağından sonra öğrencilerin düşüncelerini değerlendirmek amacıyla öğrencilere 3 soru yöneltilmiştir:

1. *Matematiksel model nedir? Bir matematiksel modeli oluşturmak kolay mı zor mudur? Ne düşünüyorsunuz?*
2. *Hangi süreçler gereklidir? Matematiği kullanarak daha önce bir gerçek hayat problemi çözdünüz mü? Matematiği kullanarak bir gerçek hayat problemi çözerken ne tür bir süreç gerekmektedir?*
3. *İyi bir model nasıl oluşturulur? Matematiği kullanarak bir gerçek hayat problemi çözerken hangi noktalara değinilmelidir? Hangi düşünceler önemlidir?*

Çalışmada öğrencilerin ilerlemesini değerlendirmek amacıyla bir ön test ve bir son test kullanılmıştır. Bu test 12 sorudan oluşmaktadır. Her testte 6 soru maddesi yer almaktadır. Bu çalışma, Yokohama, Japonya yakınlarında Kanagawa Sogo Lisesi'nde yapılmıştır. Bu çalışmaya katılması için okulla anlaşmaya varılmıştır. Matematik öğretmenleri, Haziran ayının iki cumartesi günü öğrencilerine matematiksel modelleme dersi vermiştir. 9 öğrenci katılmıştır. Bir öğrenci ilk günden sonra ayrılmıştır, 8 öğrenci ile devam edilmiştir. 8 öğrenci hem ön test hem sonteste katılmıştır. Bu pilot çalışmada, 4 öğrencilik iki grup oluşturulmuştur. Her iki grubun da son testte gösterdikleri başarının ilk testten daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Bunun yanı sıra öğrenciler, matematiksel model oluşturmanın döngünün birinci basamağından önce de dördüncü basamağından sonra da zor olduğunu belirtmişlerdir.

Caron ve Belair (2007) tarafından yapılan çalışmada amaç, Montreal Üniversitesi'nde matematiksel modelleme dersleriyle öğrencilerin modelleme becerilerini geliştirmektir. Öğrencilere açık uçlu modelleme projeleri verilmiştir.18 öğrenciden 9'u gönüllü olarak 2004 güz döneminde çalışmaya katılmışlardır. Öğrencilere eğitimsel geçmişleri, matematik, uygulamalar, modelleme ve teknoloji ile ilgili olarak, 10 sayfalık bir anket uygulanmıştır. Çalışma deneyimleri, karmaşık projelerdeki deneyimleri, katılımcıların tercihlerini okuma ve ayrıca dökümanlama ele alınmıştır. Modelleme projeleri üzerinde son yazılı raporlarda, modelleme aşamalarına gerekli önem verilip verilmediğine bakılmıştır ve her aşamada yer alan yetenekler değerlendirilmiştir. Bireysel farklılıklar ve modelleme projesindeki yetenekler arasındaki ilişki araştırılmıştır. Sonuç olarak öğrencilerin performanslarının baştaki durumlarına göre geliştiği gözlenmiş ve tek ders ile modelleme becerilerinin geliştirilmesinin zor olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bunun yanı sıra çalışmada projelerin öğretim programına nasıl en uygun hale getirilebileceği ortaya konmuştur. Konu başlıklarının farklı olması farklı ilgileri olan öğrenciler için daha uygun olmuştur. Modelin uygunluğuna bakmak için yeteri kadar zaman ayrılmıştır. Sosyal bilimler ve pür bilimlerin olduğu konular değerlendirilmiştir. Birçok öğrenci için verilen sosyal içerikler öğrenciler arasında benzerlik göstermiştir.

Hoyles ve Noss (2007) 3 yıl süren, büyük ölçekli, EU-finanslı projeyi araştırmışlardır. Burada yer alan web laboratuarı (weblabs), iki sistem üzerine odaklanmaktadır: Birincisi, öğrencilerin matematik ve fen bilgilerini kullanarak modeller inşa etmeleri için programlamaya dayalı ortamdır. İkincisi ise kendi düşünceleri ve programladıkları modelleri paylaşmak için webe dayalı araçlardır. Çalışma 13–14 yaşları arasındaki 7 öğrencinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Öğrenciler Web laboratuarı yaklaşımı temel alınarak 'Guess my Graph' (Grafiğimi tahmin et) etkinliği üzerinde önce model oluşturmuş daha sonra oluşturdukları bu modelleri web ortamında paylaşmışlardır. Öğrenciler grup halinde çalışmışlardır ve bölümler 60-90 dakika sürmüştür. Öğrencilerin grup çalışmalarında başarılı oldukları gözlenmiştir.

Maaß (2007), "öğrencilerin modelleme sürecini anlamaları için ne kadar süreli dersler yapılmalıdır?, Bu süreçte matematiksel inanışlar nasıl değişmektedir?, Modelleme yetenekleri nelerdir?, Matematiksel inanışlar ve modelleme yetenekleri arasında nasıl bir ilişki vardır?" şeklinde belirlediği sorulara yanıt aramak amacıyla yapmış olduğu çalışmasında veri toplama süresi 15 ay sürmüştür. Çalışmaya 13-14 yaşlarında öğrencilerden oluşan 2 paralel sınıf katılmıştır. Öğrencilere 6 modelleme birimi sunulmuştur ancak bu çalışmaya aşağıdaki modelleme görevleri yansıtılmıştır:

1) Porsche' un yüzeyi ne kadar geniştir? Bu soru bir yeni araba tipi tasarlandığında sorulur. Ekonomik nedenlerden dolayı, Porsche üretilmeden önce protipi üretilir.

2) Stuttgart-Waldhausen' de çatılara konan güneş enerjisi ile suyu ısıtmak mümkün müdür?

Teknik, ekonomik ve çevreyle ilgili düşünülmesi gereken iki problem durumu öğrencilere sunulmuştur. Öğrenciler ilk olarak problemi çözmek için ihtiyaç duydukları şeyleri listelemişlerdir. Bunlar Güneş enerjisi hakkında bilgi, Stuttgart-

Waldhausen’ da sıcak su tüketimi, çatılarınbüyüklüğü, suyu ısıtmak için gerekli enerji, yıl boyunca güneş ışınlarının değişimidir. Bu çalışmada öğrencilerin hesabı sonucunda Stuttgart-Waldhausen’ da sıcak su elde etmek mümkündür. Ancak bu gerçeklik için yeterli olmayabilir. Öğrenciler çözüm yaparken çatıların alanı ve su tüketimi hesaplamalarında basitleştirmeler yapmışlardır. Yıl boyunca Güneş ışınlarının değişimi ihmal edilmiştir. Bunun yanında evler arasında sıcak su geçişi ile ilgili bir bilgi yoktur. Fakat bir evin çatısı bir aile için yeterince geniştir. Birçok aile için yeterli olmayabilir.

Çalışma sürecinde öğrenciler ilk olarak, sınıfta yapılan modelleme ile ilgili bir rapor yazmışlardır. Buna ek olarak, 2 hafta sonra öğrenciler yazlı bir sınav olmuşlar ve kendi modellemelerini, Stuttgart Üniversitesi’ nde yapılan modellemeler ile karşılaştırmışlardır. Sonrasında öğrencilere, Stuttgart Üniversitesi’ nin rapor özeti verilmiştir. Son olarak, 6 hafta sonunda, öğrencilere başka bir yazılı sınav yapılmıştır. Enerji ile ilgili bir gerçek hayat problemi sorulmuştur. Öğrencilerin modelleme yeteneklerinin değerlendirilmesinde testler, yazılı testler, kavram haritaları ve görüşmeler yardımcı olmuştur. Görüşmeler, testler ve yazılı testler, Blum ve Kaiser (1997) tarafından verilen alt-yeteneklerin listesi doğrultusunda analiz edilmiştir. Kavram haritaları, üstbilişsel modelleme yetenekleri hakkında bilgi elde etmek için yorumlanmıştır. Modelleme ile ilgili her öğrenciye detaylı bir rapor yazdırılmıştır. Karşılaştırmalı analiz sonucunda, düşük ortaokul seviyesindeki öğrencilerin modelleme yeteneklerinin geliştirildiği sonucuna ulaşılmıştır. Bunun yanı sıra öğrencilerin büyük bir kısmının problemleri modelledikleri tespit edilmiştir.

Blum ve Leiß (2007) tarafında yapılan çalışmada 9. sınıf öğrencilerinin ve öğretmenlerinin modelleme problemlerine karşı nasıl bir tutum sergiledikleri incelenmiştir. Çalışma SINUS (matematik ve fen eğitiminde niteliği arttırmayı amaçlayan reform niteliğinde bir projedir) projesinin bir ürünüdür. Projede Hauptschule’den Gymnasium’a kadar bütün okul türlerinde, modelleme problemlerinin yapıldığı dersler videoya kaydedilmiştir. Bu çalışmada öğrenciler yeteneklerine göre ikişerli gruplar halinde çalışmışlardır. Öğrenciler 227 metin okumuştur. Öğrencilere model oluşturmaları, tartışmaları ve iletişim kurmaları için olanak sağlanmıştır. Öğrenciler bağımsız çalışabilecekleri, hataların olası olduğu ve değerlendirmenin özgür olduğu bir ortam sunulmuştur. Sonunda bir tartışma yapılmıştır ve tartışma sonucunda yansıma oluşmuştur. Sürecin sonucunda bir yansıma olmamıştır. Çoğunluğu Hauptschule'den katılan öğretmenler, öğrencilerin çözümü bulmalarında başarılı bir şekilde yardımcı olmuşlardır. Öğrencilerin bağımsız olarak çalışmalarında, öğretmenler destekleyici bir rol üstlenmişlerdir. Öğrenci merkezli olarak gerçekleştirilen ortamda en büyük rol öğretmene düşmüştür. Yapılan gözlemler sonucunda problem durumunu anlamanın öğrenciler için düşündürücü bilişsel bir engel oluşturduğu tespit edilmiştir. Kuralı rahatlıkla bulmalarına rağmen öğrenciler uygun modeli yapılandıramamışlardır. Bu bağlamda matematikleştirme süreci tamamlanamamıştır. Öğrenciler modeli doğrulamayı göz ardı etmişlerdir.

Kaiser (2007) tarafından ileride matematiksel modellemenin matematik öğretiminde merkezi bir rol oynayacağı düşünülmektedir. Buradan yola çıkarak 2000 yılında üniversite bünyesinde başlatılan 'Okulda Matematiksel Modelleme' projesi ile ortaokul matematik öğretmeni adayları için okul ve üniversite arasında etkileşim sağlama amaçlanmıştır. Böylece matematik öğretmeni adaylarının, matematik öğretiminde modelleme sürecini gerçekleştirmeleri sağlanmış olacaktır. Katılan öğrencilerin matematiksel modelleme yeteneklerinin belirlenmesi gerekmektedir. 16-18 yaşları arasındaki ortaokul öğrencilerinden oluşan gruplar öğretmen adayları denetiminde yer almaktadır. Her grup bağımsız olarak bir modelleme örneği üzerinde derslerde ya da okul sonrası grup çalışmalarında çalışmışlardır. Çalışmada yer alan her ders bir ya da iki dönem sürmüştür. Modelleme öğretiminin kısa bir tanıtımı yapıldıktan sonra, bir gerçek hayat problemi ile derse başlanır. Bu problem için verilen süre üç aydır. Birinci dönem sonunda sonuçlar öğrenciler tarafından sunulur. İkinci dönem boyunca devam eder. Ancak tüm okullar ve öğretmen adayları katılmaz. Üniversite dersinde öğrencilerin çözümleri tartışılır. Bazı problemler çok basitleştirilmiştir. Ya da bazılarının sonuçları yoktur. Genellikle sadece problem durumu tanımlanmıştır ve problemi çözebilmeleri için geliştirdikleri gözlenmiştir. Problemi tanımlama ve geliştirme modelleme sürecinin en önemli aşamasıdır. Öğretme ve öğrenme sürecinde, öğrenciler öğretmen adaylarından destek almadan problemleri çözmeye çalışmışlardır. Öğretmen adayları sadece danışmanlık yapmışlardır. 2004-2005 eğitim-öğretim yılında Haines, Crouch ve Davis (2001) tarafından oluşturulan ve Houston ve Neill (2003) ve Izard ve diğerleri (2003) tarafından geliştirilen test uygulanarak öğrencilerin modelleme yeteneklerinin geliştirilmesi değerlendirilmiştir. Bu test gerçek hayat problemi ile ilgili varsayımlar oluşturma, gerçek modelin amacını açıklama, problem durumunu formüle etme, modelde yer alan değişkenleri, parametreleri ve sabitleri belirleme, matematiksel durumları formüle ederek problemi açıklama, modeli seçme, grafik kullanma ve sonucu gerçek hayata yorumlama şeklindeki yetenekleri ölçmektedir. Çoktan seçmeli olarak hazırlanan testte 8 soru yer almaktadır. Her soruya 0-2 puan verilmiştir. Testin tamamlanma süresi 20 dakika sürmektedir. Bu teste paralel iki test daha yapılmıştır. İlk başta bu test, birinci modelleme ünitesinden (3.5 ay) sonra ikinci test ve ikinci modelleme ünitesinden (sonraki 3 ay) sonra uygulanmıştır. Ancak birinci modelleme ünitesinden sonra öğrencilerin büyük çoğunluğu ve öğretmen adaylarının çoğu projede bilgi paylaşımı yapmamışlardır. Zaman sıkıntısı nedeniyle ikinci dönemdeki okul sınavları sonuçları da son teste yansımıştır. Bu yönüyle çalışmanın sonuçlarından öte süreç itibariyle alana katkı sunduğu söylenebilir.

Galbraith, Stillman, Brown ve Edwards (2007) tarafından yapılan çalışmada 9 yaşındaki öğrencilerin modelleme sürecindeki başarıları ile 11 yaşındaki öğrencilerin sınıf içi modelleme becerileri ve modelleme sürecinin aşamaları arasındaki geçişi yapıp yapamadıklarını belirlemek amaçlanmıştır. Bu çalışmada öğrencilere cebirsel, sayısal ve grafiksel yöntemlerin kullanımıyla ilgili iki problem sunulmuştur. Küçük gruplar halinde yapılan aktivitelere ait video ve ses kayıtları alınmıştır. İkinci problem, birinciden 2 ay sonra uygulanmıştır. Her iki problem de bir hafta sürmüştür. Öğrencilerin çözümlerinin analizi iki hafta sürmüştür. Modelleme yeterliklerine dikkat edilerek yapılan veri analizi sonucunda öğrencilerin matematiksel ve teknolojik aktivitelerde başarılı olduğu gözlenmiştir. Çalışmanın bir diğer sonucu ise öğrencilerin karmaşık terimlerde zorlanmasıdır.

Barbosa (2007) tarafından yapılan çalışmada matematik öğretmenliği 3. sınıf öğrencilerinin bir dönem boyunca matematiksel modelleme yeterlikleri ve öğretmen rolü incelenmiştir. Bu çalışmada yer alan matematiksel modelleme dersi haftada iki saat, bir dönem boyunca toplam 36 saat sürmüştür. Ağustos ve Aralık 2004 arasında uygulanmıştır. Derste yer alan aktivitelerden birisi modelleme projesidir, ders süresince yani bir dönem boyunca geliştirilmiştir. Öğrenciler gruplara ayrılmış, bir tema oluşturulmuş, problemler formüle edilmiş ve matematik kullanılarak çözülmüştür. Bu çalışma sonrasında öğrencilerden yazılı rapor istenmiştir. Bu raporlar ayrıca sınıfta açıklanarak yorumlanmıştır. Dönem sonunda öğrenciler projelerini sunmuşlar, ders sonunda öğretmen önderliğinde tartışma ortamı yaratılmıştır. Her gruba 1 saat süre verilmiştir. Öğrenciler ve öğretmen arasındaki etkileşim dönem boyunca videoya kaydedilmiştir. Bu çalışmanın analizinde, öğretmen-öğrenci etkileşimi sözlü, yazılı ve bilgisayar medyası tarafından oluşturulmuştur. Çalışmanın sonuçlarına göre öğretmen organize eden ve kuran kişi olmalıdır. İlk çalışmada öğretmen tartışmayı başka bir yöne doğru kaydırmıştır. 2. çalışmada tartışma amacından sapmasına rağmen, öğretmen soruları ile ortamı çalışma normlarına uygun hale getirmiştir. Bu çalışmada temel olarak öğretmen rolü üzerine vurgu yapılmıştırr. Öğretmenin organize etme ve tartışmayı yönetme bakımından donanımlı olması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Silviera (2007) çalşmasında, 2005 yılına dek Brezilya' da öğretmen eğitiminde matematiksel modellemenin kullanımına ilişkin olarak yapılan 54 yüksek lisans ve 11 doktora tezini incelemesi sonucunda elde ettiği bulgulara yer vermiştir. Buna göre 2000 yılından bu yana yüksek lisans ve doktora tezlerindeki artış, üniversitelerin bu artışa olan büyük katkısı, matematik eğitiminde modellemeyi tanımlayan aşatırmacıların isimlerindeki farklılıklar olması, yapılan çalışmaların % 70' inde öğrencilerin konu edilmesi, modelleme etkinliklerinde yazılım kullanan çalışma sayısının fazla olması, modelleme etkinlikleri ile ele alınan gerçek durumlarda çevresel temaların baskın olması, modelleme etkinliklerinde tartışılan matematiksel içeriğin miktarında artış olması, çalışmalarda nitel yaklaşımın benimsendiği, yaygın olarak kullanılan veri toplama araçlarının anket, görüşme, gözlem ve doküman analizi olması, en çok kullanılan anahtar kelimelerin matematiksel modelleme ve matematik eğitimi olması dikkati çekmiştir. Çalışmasında özellikle öğretmen eğitimindeki modellemeye odaklandığı için, araştırmacıların modelleme konusundaki hevesleri ile sınf içinde modelleme kullanımı konusunda öğretmenlerin karşı durmaları arasında belirgin bir çelişki olduğuna işaret etmiştir (akt. Araujo, 2010).

Niss, Blum ve Galbraith (2007) matematik eğitiminde modellemenin tanıtımını yaptıkları çalışmalarında uluslar arası seviyede matematik eğitiminde modellemenin araştırılması ve geliştirilmesinde 3 aşama ileri sürmüşlerdir. Buna göre 1965-1975 yıllarını arasında savunma aşaması, 1975-1990 yılları arasında geliştirme aşaması, 1990 ve sonrasını ise olgunlaşma olarak tanımlamıştır. Savunma aşamasında modern matematik eğitiminde modellemenin yer alması güçlü bir şekilde savunulmuştur. Geliştirme aşamasında modellemeye ilişkin materyallerin ve programların gerçekleştirilmesi ve değerlendirilmesine odaklanılmıştır. Bu dönemde yapılan teorik ve tarihsel çalışmalar matematik eğitimindeki diğer bileşenlerle modelleme arasındaki ilişkiyi aydınlatmak üzere yapılmıştır. Olgunlaşma aşamasında ise modellemeye yönelik deneysel çalışmaların ve öğrenme-öğretme süreçlerin ortaya konduğu belirtilmiştir. 90' lı yıllara dek uluslar arası matmatik eğitiminde modelleme alanında bilimsel üretimin tanımlanması amacı çerçevesinde pek çok etkinliğin "ön-çalışma" olarak yapıldığı Niss' in 2001 yılında yapmış olduğu çalışmada belirtilmiştir. Bu çerçevede yapılan etkinlikler temel olarak programa modellemenin dâhil edilmesi lehinde tartışmalar yapma ve bu düşünceyi destekleyen hedefler sunma, modelleme içeren programların planlanması ve uygulanması, matematik eğitiminde modellemenin uygulanmasında karşılaşılan engellerin üstesinden gelme girişimleri ile ilgilidir.

Borromeo-Ferri' nin (2008) çalışması 8-10. sınıf düzeyinde Alman öğretmenlerin modelleme görevleri ile meşgulken neler yaptıklarının, deneyimlerinin gözlemlendiği COM ve DISUM projelerinin raporu niteliğindedir. COM projesi kendi projesi olup bu projenin amacı bilişsel bakış açısıyla matematik derslerinde modelleme problemleri üzerinde çalışan öğretmenlerin ve öğrencilerin eylemlerini, etkileşimlerini ve reaksiyonlarını analiz etmektir. Çalışmada nitel araştırma deseni yoğun olarak kullanılmıştır. Çünkü odakta hem öğretmen hem de öğrenci vardır. Çalışmaya 65 öğrenci ve 3 öğretmen katılmıştır. Öğretmenler ve öğrenciler hem deney ortamnda (kısmen öğretmen desteği alarak kısmen almayarak modelleme görevleri üzerinde çalışan öğrenci çiftleri) hem de sınıf içinde gözlenmiştir. Her iki projede de gözlemler ve analizler için veri toplama aracı olarak Borromeo-Ferri' nin (2008) aktardığına göre Blum ve Leiß (2005; 2007a; 2007b) ve Borromeo-Ferri (2006) tarafından geliştirilen modelleme döngüsü kullanılmıştır. Öğretmenlerin müdahalelerinin gözlenmesi için bu çalışmada kullanılan teorik çerçeve Leiß ve Wiegand' in (2005) örgütsel, duygusal, içerikle ilişkili ve stratejik müdahaleler sınıflandırmasıdır. Tüm gözlemlerde kritik soru öğrencilerin bağımsızlığı ve öğretmenlerin rehberliği arasındaki ince dengenin sınıf içinde nasıl gerçekleştiğidir. Bu doğrultuda her iki proje aynı zamanda öğrencilerin ve öğretmenlerin görüşlerinin matematik öğretimi ve matematik öğretmen eğitimi içerisine uygulanması amaçlamıştır. Çalışmada şu sonuçlara ulaşılmıştır:

COM ve DISUM projelerinde kullanılan modelleme döngüsü, hem öğretmenler (teşhis ve müdahaleleri için bir temel olarak) hem de araştırmacılar (modelleme görevleri ile birlikte öğrenme ortamları içinde eylemler ve bilişsel süreçleri tanımlamak için bir araç olarak) için yararlı ve hatta vazgeçilmezdir. Öğrenciler için daha basit bir versiyonunu Borromeo Ferri' nin (2008) aktardığına göre Blum ve Leiß' in (2007b) çalışmasında geliştirdiklerini, öğrenciler için de bunun daha uygun göründüğünü belirtmiştir.

Farklı düşünme stillerine sahip öğretmenlerin çözümlerin tartışılması esnasında modelleme sürecinin farklı kısımlarına odaklandıkları gözlenmiştir. Bu nedenle matematik öğretmenlerinin kendi düşünme stillerinin farkında olmaları sağlanmalı, böylece matematik ve gerçek dünya içindeki eylem ve düşünmeleri arasında uygun bir denge bulmaları desteklenmelidir. Kendi düşünme stillerinin onlara yansıtılması aynı zamanda öğretmenlerin öğrencilerle daha iyi iletişim kurmalarına yardımcı olacaktır.

Öğretmenlerin müdahalelerinin çoğunlukla sezgisel olduğu ve bağımsızlığı koruyucu olmadığı, çoğunlukla içerikle ilgili veya örgütsel olduğu, nadiren de stratejik olduğu tespit edilmiştir. Pek çok öğretmenin kendi müdahale stili vardır ve bu öğrencilerin bireysel ihtiyaçlarından bağımsızdır. Öğretmenlerin genellikle modelleme görevlerinde kendi favori çözümlerini bilinçsizce müdahaleler yoluyla öğrencilere empoze ettikleri görülmüştür. Bu çalışmanın sonuçları öğretmenlere bildirildiğinde pek çok öğretmenin şaşkınlık içinde kaldığı görülmüştür. Bu nedenle öğretmenlerin kendi müdahale stillerinin de farkında olmaları gerekir. Modelleme görevlerinin bulunduğu çeşitli öğretim ortamlarında farklı şekillerde müdahale durumları sağlanmalı, öğrencilerin bağımsızlığı ve öğretmenlerin rehberliği arasında belirtilen dengenin sağlanmasında onlara destek olunmasının gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

English (2009) çalışmasında ilkokul matematik probleminde yer alan disiplinler arası çalışmanın öneminden yola çıkarak iki gerçekçi matematiksel modelleme problemi ile birlikte bunu geliştirmeyi amaçlamıştır. Buna göre çalışmasında disiplinler arası modelleme problemleri hazırlama ilkeleri doğrultusunda hazırlanan biri fen diğeri edebiyat alanından iki matematiksel modelleme problemi öğrencilere sunulmuştur. Çalışmada bu problemleri çözerken öğrencilerin oluşturduğu modeller incelenmiştir. Çocukların model gelişimleri analiz edilirken problemi yorumlama yolları, çocukların çalışmak üzere seçtikleri problem faktörlerin doğası, daha gelişmiş bir kavramsal anlayışa götüren düşünmedeki değişiklikler, matematikleştirme süreçleri, bu süreçlerde gerçekleşen veri dönüştürme türleri, düşüncelerini yazıya dökme ve desteklemede kullandıkları temsiller ve oluşturdukları nihai modellerdeki farklılıklar dikkate alınmıştır.

Öğretim deneyiminin çok düzeyli işbirliği kullanımını gerektirmesi (English, 2003; Lesh ve Kelly, 2000) durumu çalışmada dikkate alınmıştır. Birinci seviyede çocuklar matematiksel modelleme sürecine dâhil olurlar. İkinci ve üçüncü seviyede sınıf öğretmeni modelleme problemlerini tasarlama ve uygulamada araştırmacılarla işbirlikli çalışır. Bu problemler öğretmenler için de mücadele ve düşünmeye sevk eden deneyimlerdir. Çünkü öğretmenler bu problemler ile geliştirilen matematiksel fikirleri keşfetme, uygun stratejileri düşünme, sınıf içerisinde öğrenme topluluklarını teşvik etme gibi durumları gerçekleştirirler. Öğretmenlerin gelişimini hızlandırmak için çalışmanın her yılı süresince çalıştaylar, toplantılar, bilgilendirme oturumları yapılmıştır.

Çalışmanın ilk kısmına 7-8 yaş grubu 3. sınıf öğrencilerinden dört sınıf ve bu sınıfların öğretmenleri katılmıştır. Çalışma 3 yıl sürmüştür ve ilk iki yılın başlangıcında çocuklara hazırlık etkinlikleri uygulanmıştır, çocuklar yılın geri kalanı boyunca kapsamlı 2-3 modelleme problemini tamamlamışlardır. Bu hazırlık etkinliklerinde metin içinde ve şekil formunda sunulan matematiksel ve bilimsel bilgiyi yorumlama, basit veri tablolarını okuma, veri toplama, analiz yapma, veriyi temsil etme, veri analizinden yazılı rapor hazırlama, grup içinde işbirlikli çalışma, sözlü ve yazılı raporlar anlamında nihai ürünlerini sınıf arkadaşlarıyla paylaşma yer almaktadır. Çalışmanın 3. yılının başında “creek watch” problemi uygulanmıştır. Öğrenciler etkinlikleri 2.5 haftalık bir süre içinde her biri 40-60 dakika arasında değişen 4 oturumda tamamlamışlardır. 2-4 kişilik gruplarda öğretmen veya araştırmacıların doğrudan öğretimi olmaksızın küçük gruplar içinde çalışmışlardır. Son oturumda öğrenciler oluşturdukları modeller üzerine grup raporlarını tüm sınıfa sunmuşlardır. Her sınıfta problem üzerinde çalışan 2-3 grup video kayda, 2-4 grup ses kaydına alınmıştır. Grupların raporlarını sunumu ise bütün olarak video ile kaydedilmiştir. Her kayıt analiz için yazıya dökülmüş ve çalışma kâğıtları da incelenmiştir.

Çalışmanın ikinci kısmında "summer reading" problemi uygulaması yer almıştır. 9-10 yaşlarındaki 5. sınıflardan bir sınıf 7. sınıfın sonuna dek öğretmenleriyle birlikte uzun süreli bu çalışmaya katılmıştır. Yine çoklu seviyede işbirliği kullanılmıştır. Çalışmanın ilk yılında, pek çok hazırlık etkinliği uygulanmış, bunu bir model ortaya çıkarma ve bir model keşif problemi takip etmiştir. İkinci ve üçüncü yıllarda ise bir model ortaya çıkarma, bir model keşfetme problemi ve iki model uygulama problemi uygulanmıştır. Bu problemler, verinin çoklu tabloları ile çalışmayı ve yorumlamayı; nicelikleri oluşturmayı, kullanmayı, düzenlemeyi, dönüştürmeyi; ilişkileri ve yolları keşfetmeyi; bulguları görsel ve metin formunda sunmayı içerir. Öğrencilerin bu problemleri çözebilmeleri için oran-orantı, sıralamalar hakkında ön bilgilerinin olması gerektiği ancak bu konuda onlara eğitim verilmediği belirtilmiştir. "summer reading" problemi 7. sınıfta öğrencilerin tamamladığı etkinlik olup model-uygulama etkinliğine örnektir. Bu problem öğrencilerin programa katılımları için adil bir puanlama sistemi geliştirmelerini gerektirmiştir. 50 dakikalık iki oturum içinde çalışarak öğrenciler bu problemi tamamlamışlar ve akranlarından dönüt alarak geliştirdikleri modelleri açıkladıkları ve doğruladıkları 3. oturumda modellerini sunmuşlardır. Sınıf tartışmaları yoluyla oluşturulan modellerin özellikleri karşılaştırılmıştır. Veri toplamada benzer şekilde ses kaydı ve video kaydı yapılmıştır. Alan notları, çocukların çalışma yaprakları, modellerini nasıl geliştirdiklerini detaylandıran son raporlar önemli veri kaynaklarıdır. Kayıtlar yazıya dökülmüş ve çocukların modelleri inşa ederken kullandıkları matematikleştirme süreçleri, matematiksel anlamalarının kanıtı içi incelenmiştir. Burada öğrencilerin matematiksel bilgilerini tanımlamada Carmona' nın (2004) değerlendirme ölçeği modifiye edilerek kullanılmıştır. Buna göre grupların model gelişimleri; temsil şekilleri (tablo, metin, liste, hesaplama, formül), problemde ele alınan faktörleri ve kullandıkları matematiksel işlemler açısından kontrol listesi oluşturularak incelenmiştir.

Bu çalışma ilkokullar için matematik, fen ve edebiyatın anlamlı öğrenme deneyimleri içerisinde bir araya getirilebileceğini ortaya koymuştur. Öğrencilerin matematik öğrenmelerinde model tabanlı bir yaklaşımın problem çözme becerileri ile birlikte disiplinler arası deneyimler için zengin fırsatlar sunduğu belirtilmiştir. Genel matematik etkinliklerinin aksine modelleme ile öğrencilerin kendi öğrenmelerinin merkezinde oldukları ve kendi matematiklerini yapılandırmalarının gerektiği otantik problem durumları içerisinde yer aldıkları ifade edilmiştir. Matematik ve fendeki modellemenin ortaokul ve sonrası ile sınırlandırılmaması önerilmiştir. Bu çalışma, ilkokul öğrencilerinin de karmaşık veri sistemlerini içeren modelleme problemlerini gayet başarılı şekilde çalışabildiklerini göstermiştir. Ancak uygun disiplinler arası modelleme deneyimlerinin tasarlanmasının öğretmenler veya araştırmacılar için kolay bir iş olmadığına işaret edilmiştir. Oluşturma, test etme, tekrar inşa etme ve bir problemi inceltmenin pek çok döngüsünün olabileceği, sadece problem içerisine yerleştirilecek matematiksel fikir değil disiplinlerin içeriklerinin, doğasının, öğrenci yaşının dikkate alınması gerektiği vurgulanmıştır. Çocukların modelleme yoluyla disiplinler arası projelere katılmaları onlara, çoklu disiplinleri öğrenmeyi geliştirme ve genişletme fırsatı sunduğu gibi kendi model oluşumlarını gözden geçirme, uyarlama ve uygulama imkânı da sunmuştur. Bu yönüyle disiplinler arası modelleme deneyimlerinin yoğun olan program içerisinde öğretmenlere ek yük getirilmesi olarak anlaşılmaması, mevcut uygulamalar içerisine entegre edilmesi önerilmiştir.

Lim, Tso ve Lin (2009) çalışmasında öğrencilerin uygulamalı modelleme projesine katılmaları sonrasındaki matematik tutumlarını araştırmışlardır. Araştırmacılar tutumların çok boyutlu olduğu ve araştırmanın amaçlarına bağlı olarak çeşitlendiğini ifade etmiş ve uygulamalı matematiksel proje kapsamında inançlar, kullanışlılık, zevk ve kaygıyı tutumları vurgulamak üzere seçmişlerdir. Seçilen dört tutuma neden olarak projenin gerçek bir hayat problemi olduğu ve matematiği gerçek dünya ile ilişkilendirdiği belirtilmiştir. Çalışmanın ikinci amacı ise yeni tanıtılan modelleme projesinin matematiğin keşfedilmesinde öğrencilerin matematik inançlarını ve kaygılarınını nasıl etkilediğini değerlendirmektir.

Çalışmada matematiksel yazılım kullanılarak yapılan modelleme projesine yönelik öğrenci tutumlarını belirlemek üzere anket ve görüşme yapılmıştır. Projeye lisans düzeyinde uygulamalı matematik dersi kapsamında 26 üniversite öğrencisi katılmıştır. Böyle bir proje üniversitede daha önce hiç yapılmamıştır. Bu nedenle öğrenciler uygulamalı matematiksel modellemeyi ilk defa deneyimlemiş ve matematiksel yazılım kullanmışlardır. Proje öncesi ve sonrasında anket uygulanmıştır. Bu ankete göre tutumlar değerlendirilmiştir. Anket 20 maddeden oluşmuş ve 4' lü likert tipinde (kesinlikle katılıyorum-1puan, katılıyorum-2puan, katılmıyorum-3puan ve kesinlikle katılmıyorum-4puan) hazırlanmıştır. Maddeler inançlar, kullanışlılık, zevk ve kaygı olmak üzere tutumları ölçmektedir. İnançların öğrencilerin uygulamaya getirdiği yargılar olduğu ve bunların bilgilerine ve önceki deneyimlerine dayalı olduğu belirtilmiştir. Kullanışlılığı öğrencilerin gözlerinde yararlı, pratik ve lehine olacak şekilde görülen ve projeyi yapmaya değer kılan olarak tanımlamışlardır. Zevk memnuniyet ve baskı hissetmeme anlamında tanımlanırken kaygı proje hakkında endişe ve baskı hissetme olarak tanımlanmıştır. Ankette her tutumu ölçen 3 faktör vardır. Bunlar: 1. bileşenler (matematiğin anlamını belirlemek için), 2. Modelleme (matematik öğrenme amacını belirtir), 3. Hayat. Anketlerde yansıtılan tutumları doğrulamak ve geçerli kılmak amacıyla bütün olarak modelleme projesi tamamlandıktan sonra 7 öğrenciyle 3 açık uçlu sorudan oluşan görüşmeler yapılmıştır.

Proje tamamlandıktan sonra tutumlarda anlamlı bir değişiklik olmamıştır. Sadece zevk değişmiştir. Çoğu öğrenci tarafından geleneksel öğretime benzemeyen matematiksel modellemenin öğretiminin benimsendiği ve matematiksel modelleme için özellikle bir ders açılması değerli bulunmuştur. Matematiksel modelleme aslında matematiği ilginç hale getirmiş ve matematiğe yönelik tutumları kötüleştirmemiştir. Görüşülen öğrencilerin büyük bir çoğunluğu bu modelleme projesine yönelik olumlu tepki göstermiştir. Öğrenciler projenin matematiğe yönelik tutumlarını alt üst etmediğini söylemişlerdir. Sonuç olarak inançlar, kullanışlılık ve kaygı gibi tutumlar, anlamlı herhangi bir değişim göstermemiştir. Bu kadar kısa zamanda matematikteki inançları ve matematik hakkındaki görüşleri değiştirmek kolay değildir. Ancak çalışmanın sonuçları olumlu yöndedir.

Liedmann' ın (2009) çalışması, DOME II (Matematik eğitiminde niteliği geliştirme II) projesinde yer alan bir modelleme etkinliğinin uygulamasının yansımalarını içermektedir. Buna göre çalışmada öğrencilerin etkinliklerine göre öğrenme düzenlemeleri ve öğretmen yöntemleri derinlemesine karşılaştırılmıştır.

Teori ve uygulamayı bir araya getiren DOME II projesine üniversiteler, öğretmen eğitim kurumları ve okullar olmak üzere 34 kurumdan öğretmenler, öğretmen eğitmenleri ve araştırmacılar katılmıştır. Bu bağlamda çalışmada kullanılan yüzme havuzu etkinliği Almanya' daki 5 öğretmene sunulmuş ve bu etkinliği kullanarak bir ders yapmaları söylenmiştir. Öğretimin nasıl olacağı, hangi yöntemleri kullanacakları öğretmenlere bırakılmıştır. Deneysel veri, (7-10) olmak üzere farklı sınıf düzeylerinde gerçekleşen gözlemlerden elde edilmiştir. Her sınıfta 28 ila 30 öğrenci vardır. Sınıf içi iletişim video kayda alınmıştır. Kameramanlar gözlemciler olup çalışmayı etkileyecek bir davranışta bulunmamaları konusunda uyarılmışlardır. 5 sınıftan ikisi bu çalışmaya seçilmiştir.

Buna göre iki öğretmen farklı öğretim yöntemleri kullanarak modelleme görevinin uygulamasını gerçekleştirmiştir. Öğretmen A, modelleme etkinliğini çalışma kâğıdında öğrencilere sunmuş ve bu dersteki görevlerinin bu olduğunu söylemiştir. Öğretmen B ise modelleme etkinliğinin nereden geldiğini açıklamış, öğrencilerin tümünün soruyu okumasını sağlamış ve bir öğrencinin görevi özetlemesini istemiştir. Öğretmenler öğrencilerin bir çözüm elde etmelerine farklı şekillerde yardım etmişlerdir. Öğretmen B, bilgi vererek ve ayrıntılı açıklayarak öğrencilere yardım etmiştir. Hacim hesaplamasını bir örnekle göstererek öğrencilere yol göstermiştir. Öğretmen A ise öğrencilerin çözümleri doğrulamalarında onlara yardımcı olmuştur (sistematikleştirme ve matematikleştirme aşaması). Öğrencilerin sonuçları açıklamalarını beklemiştir. Öğrenciler isterse öğretmen A yardım etmiştir, geri kalan zamanda öğrenciler gruplar halinde çalışmıştır. Öğretmen B sınıf içinde dolaşmış, çalışma süreci hakkında fikir edinmeyi denemiş ve yardım önermiştir.

Her iki öğretimde benzerlikler de gözlenmiştir. Çalışma süreci için öğrenci grupları seçmişlerdir. Öğretmen B öğrencileri 4-5 kişilik gruplara ayırırken, öğretmen A öğrencilerin kendi gruplarını oluşturmalarına izin vermiştir. Gruplar 2 ila 5 öğrenciden oluşmak üzere farklı büyüklüklerdedir. Her ikisi de sonuçların doğrulamasını tahta üzerinde gerçekleştirmiştir. Sonuçların doğrulanması tamamen farklıdır. Öğretmen A öğrencilerin çözümlerini tahtaya kendisi yazarak sınıf ortamında çözümleri tartışmışlardır (doğrulama ve yorumlama aşaması). Öğretmen B ise tüm grupların çözümlerini sunmalarını istemiştir. Bu da çok zaman kaybetmesine neden olmuştur ancak bir çözüm bulmanın tüm süreçleri tartışılmış ve hatalar tespit edilmiştir. Bu arada öğretmen A çözümü tüm sınıftan istemiş ve yanlış yanıtlar sınıf ortamında tartışılmıştır. Sonuç olarak, modellemenin öğretimi konusunda deneyim sahibi olmayan öğretmenler tarafından modelleme görevlerinin nasıl gerçekleştirildiği bu çalışma ile ortaya konmuştur.

Meier' in (2009) çalışmasında iyi modelleme görevlerinin nasıl belirleneceği tartışılmış ve bu çalışma ile modelleme görevlerini karakterize eden belirleyicilerin bir listesi tanımlanmıştır. Buna göre motivasyon, sistematikleştirme ve matematikleştirme, matematik yapma, yorumlama ve doğrulama şeklinde belirtilen öğrenme amaçlarına iletişim becerileri olarak grup tartışması ve sonuçların ve sürecin sunumu da eklenmiştir. Her bir öğrenme amacı için belirleyicilerin listesi Tablo 3.1' deki gibidir:

Tablo 3.1: Öğrenme Amaçları ve Belirleyiciler

Öğrenme amaçları	**Belirleyiciler**
Motivasyon	Sorumluluk(kişisel ve toplumsal) Öğretim amacı Özgünlük Mevcut matematiksel bilgiyi ilişkilendirme Mücadele etme
Sistematikleştirme ve matematikleştirme	Veriler gerekli mi? Soyutlama Değişkenler atama Varsayımlar yapma Basitleştirme Temsiller
Matematik yapma	Matematik problemini formülüze ve analiz etme Veriyi kullanma Yaklaşım ve Tahmin Bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanma Bilinen algoritmaları kullanma Matematiksel sağduyu İspat(kullanılan matematiğin doğrulamaları) Matematiksel gösterimlerin kullanımı
Yorumlama ve doğrulama	Çözümü matematiksel olarak doğrulama Çözümü gerçek hayatta doğrulama Sonuçlar yeterince iyi mi? Başka bir döngü gerekli mi?
Grup tartışması	Savunma Farklı stratejileri tartışma ve karşılaştırma
Sonuçları ve süreci sunma	Sözlü sunum Yazılı sunum Poster Yansıtma

Çalışmada ayrıca modelleme becerileri ile belirtilen bu belirleyicilerin karşılaştırılması yapılmıştır. Bu durum Tablo 3.2 ve 3.3' te sunulmuştur:

Tablo 3.2: Modelleme Becerileri ve Belirleyicilerin Karşılaştırılması

DOME II belirleyicileri	Blum ve Kaiser tarafından tanımlanan modelleme becerileri (Maaß, 2000; akt. Meier, 2009)	Ikeda ve Stephans tarafından tanımlanan modelleme becerileri (Galbraith, Blum, Booker ve Huntley, 1998; akt. Meier, 2009)
Sorumluluk(kişisel ve toplumsal) Öğretim amacı Özgünlük Mevcut matematiksel bilgiyi ilişkilendirme Mücadele etme		
Veriler gerekli mi?	Mevcut bilgi aramak ve ilgili ve ilgisiz bilgiler arasında ayrım yapmak	
Soyutlama	İlgili nicelikleri ve aralarındaki ilişkileri matematikleştirme	
Değişkenler atama	Durumu etkileyen nicelikleri fark etme, onları isimlendirme, anahtar değişkenleri tespit etme-değişkenler arasında ilişki kurma	İlgili değişkenleri doğru tespit edildi mi? (G2) -Öğrenciler analiz edilecek temel değişkeni belirledi mi? (G4)
Varsayımlar yapma	Problem için varsayımlar yapma ve durumu basitleştirme	Öğrenciler koşulları ve varsayımları ideal hale getirdi mi veya basitleştirdi mi?(G3)
Basitleştirme	Problem için varsayımlar yapma ve durumu basitleştirme- gerekirse ilgili nicelikleri ve ilişkileri basitleştirme ve onların sayısını ve karmaşıklığını azaltma	Öğrenciler koşulları ve varsayımları ideal hale getirdi mi veya basitleştirdi mi?(G3)
Temsiller	Uygun matematiksel gösterimleri seçme ve durumları grafikle temsil etme	
Matematik problemini formülüze ve analiz etme	Benzer matematik yapma: Problemi alt problemlere ayırma, benzer problemlerle ilişki kurma, problemi tekrar ifade etme, problemi farklı bir biçimde görme, nicelikleri ya da mevcut veriyi çeşitlendirme gibi sezgisel stratejiler kullanma	Öğrenciler problemin temel matematiksel odağını tespit etti mi?(G1)
Veriyi kullanma Yaklaşım ve Tahmin Bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanma Algoritmaları kullanma		
Matematiksel sağduyu	Problemi çözmede matematiksel bilgiyi kullanma	
İspat(kullanılan matematiğin doğrulamaları) Matematiksel gösterimlerin kullanımı		

Tablo 3.3: Modelleme Becerileri ve Belirleyicilerin Karşılaştırılması-Devamı

DOME II belirleyicileri	**Blum ve Kaiser tarafından tanımlanan modelleme becerileri (Maaß, 2000; akt Meier, 2009)**	**Ikeda ve Stephans tarafından tanımlanan modelleme becerileri (Galbraith, Blum, Booker ve Huntley, 1998; akt. Meier, 2009)**
Çözümü matematiksel olarak doğrulama	Bulunan çözümleri eleştirel olarak kontrol etme ve yansıtma, eğer çözümler duruma uygun değilse modelin bazı bölümlerini gözden geçirme ya da modelleme sürecini tekrarlama, problemin farklı çözüm yollarını yansıtma ya da çözüm farklı şekilde geliştirilebilirse genel olarak modeli sorgulama	Öğrenciler temel değişkeni başarılı şekilde analiz etti mi ve uygun matematiksel sonuçlara ulaştı mı?(G5)
Çözümü gerçek hayatta doğrulama	Ekstra matematiksel bağlamlarda matematiksel sonuçları yorumlama, özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme	Öğrenciler modellenen durum açısından matematiksel sonuçları yorumlaladı mı?(G6)
Sonuçlar yeterince iyi mi? Başka bir döngü gerekli mi?		
Savunma	Ve/veya çözümler hakkında iletişime geçme	
Farklı stratejileri tartışma ve karşılaştırma, yansıtma	Uygun matematiksel dili kullanarak bir problemin çözümüne ilişkin olarak çözümleri görme	
Sözlü sunum, yazılı sunum, poster	Ve/veya çözümler hakkında iletişime geçme	

Bu karşılaştırmaya göre motivasyonun belirleyicilerinin modelleme becerileri içinde karşılaştırılmadığı görülmektedir. Bir görevin özgün olması veya olmamasının bu becerilerle açıklanmayacağı belirtilmiş ve matematiksel modelleme için özgün görev bulma veya seçmenin bir beceri olduğu ifade edilmiştir. Ek olarak bu beceriye sadece öğretmenlerin değil öğrencilerin de sahip olmaları gerektiği belirtilmiştir. Görevler, gerçek hayatta matematiği kullanma becerisinin gelişimini de desteklemelidir. Bir diğer durum ise Meier' in (2009) aktardığına göre matematik yapma becerisinin genellikle Blum ve Kaiser tarafından belirtilmesidir. Meier matematik yapmanın matematiksel modeleme için gerekli bir beceri olduğunu, problem çözme için de gerekli olduğunu ifade etmiştir. Belirtilen bu belirleyiciler kullanılarak DOME II projesinden geliştirilen görevlerin de değerlendirildiğini belirtmiştir. Bunun yanı sıra hazırlanan bu belirleyicilerin öğretmenler tarafından modelleme görevlerinin değerlendirilmesinde bir kontrol listesi olarak kullanılabileceğini ileri sürmüştür.

Greefrath (2009), çalışmasında ortaokul öğrencilerinin matematiksel modellemeleri üzerine yaptığı deneysel araştırmasının sonuçlarını sunmuştur. Bu çalışmada modelleme problemlerinin kontrol süreçleri hakkında detaylı bir bakış açısı kazanmak amaçlanmıştır. Bu bağlamda gerçek hayat kontrolü ve matematik kontrolü arasındaki değişimler değerlendirilmiştir. Çalışmada kontrolün alt aşamaları tanımlanmakla birlikte bu aşamaların modelleme süreçleri ile olan ilişkileri açıklanmıştır.

Modelin inşası ve problem çözme süreçlerini analiz etmede açık gerçeklikle ilgili problemler kullanılabileceği ifade edilerek örnek modelleme görevleri sunulmuştur. Buna göre birinci problemde evin tüm cephelerinin görseli sunularak evin dışının sıvanmasının kaça mal olacağının hesaplanması istenmiştir. İkinci problemde de bir görsel sunularak 180 km lik bir trafik kuyruğunda kaç kişinin bulunabileceği sorulmuştur. Öğrencilere herhangi bir yardım sunulmadan problemleri ikişerli gruplar halinde çalışmaları istenmiştir. Çalışmalar video kamera ile kayda alınmıştır. Değerlendirme için video kayıtları yazıya dökülmüştür. 3 gözlemci tarafından açık kodlama yapılarak öğrencilerin bireysel ifadeleri planlama, veri yakalama, veri işleme ve kontrol olmak üzere üç kategori altında toplanmıştır. Planlama öğrencilerin modelleme görevini tamamlama yolları ile ilgili tartışmalarını içerir. Veri yakalamada öğrenciler problem üzerinde ileri çalışmalar için veri temin etmeyi içerir. Burada tahmin, sayma, ölçme veya önceden elde edilen ara sonuçların geri çağrılması vardır. Veri işlemede, hesap makinası ile veya değil, somut değerlerle hesaplama yapılır. Kontrol kategorisinde veri işleme, veri toplama veya planlamanın sorgulandığı ya da kontrol edildiği metin geçişleri bulunmaktadır.

Çalışmada kullanılan problemlerin matematik derslerinde kullanılabileceği ve bu tür araştırmaların öğrencilerle öğretmeni bir araya getirdiği belirtilmiştir. Bunun yanı sıra modelleme görevlerinin hizmet-içi gelişim ve öğretmen eğitimini desteklemek için uygun olduğu ileri sürülmüştür. Çalışmada ayrıca öğrencilerin modelleme becerilerinin teşhis edilmesine dikkat çekilmiştir. Teşhis edici görevlerle öğrencilerin düşünme yolları hakkında bilgi sahibi olunabileceği, böylece öğrencilerin güçlü ve zayıf yanlarının öğrenilebileceği ifade edilmiştir. Bu doğrultuda öğrencilere sunulacak görevlerin standart yanıtlar içermemesine ve modelleme becerilerine ilişkin olarak görevlerin doğrulanmasına dikkat çekilmiştir.

Yu ve Chang' in (2009) çalışmasında 16 matematik öğretmeninin 3 model oluşturma etkinliğini tecrübe ettikten sonra onlardan gruplar halinde 9 haftalık derste birer etkinlik tasarlamaları istenmiştir. Daha sonra araştırmacılar 16 matematik öğretmeninin modellemeye ilişkin algıları ve modellemeyi engelleyen faktörler konusunda görüşlerini araştırmışlardır. Çalışmada veri toplama araçları olarak tasarlanan etkinliklerin sonuçlarını ve 3 etkinlikte öğretmenlerin sergiledikleri stratejileri gösteren öğrenme yaprakları, gözlem günlükleri, yansıtıcı günlükler, anketler, görüşme raporları ve video kayıtları kullanılmıştır.

Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre matematik öğretmenleri, modellemeyi bir problem çözme süreci olarak görmekte ve matematik sınıflarında bu tür uygulamalar yapmanın öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirdiği görüşüne sahiptirler. Süreçte öğrencilerin birbirleriyle konuşma ihtiyacı duyduklarını, problemi düşünürken arkadaşlarının fikirlerinden yararlandıklarını, akranlarıyla iyi ilişkiler kurduklarını, saygının önemini anladıklarını ifade etmişlerdir. Öğrencilere matematiksel içeriğin zor gelmediğini ve matematikten korku duymalarına bir neden olmadığını, grup tartışmalarının problemi düşünmede yararlı olduğu ve öğrencilerin kendi düşüncelerini aktarmalarını sağladığını belirtmişlerdir. Öğretmenler günlük hayat durumu ile ilgili model oluşturma etkinlikleri ve modelleme konusunda olumlu tutum geliştirmişlerdir. Bunun yanı sıra modelleme etkinliklerinin öğretim programı ile arasındaki zayıf bağı, sınav sistemini, diğer engeller olarak zaman alıcı olmasını, model oluşturma etkinlikleri hakkında yeterince bilgi sahibi olmamayı, grup tartışmalarının sınıfta karmaşaya neden olduğu, öğrencilerin konsantrasyonu sağlayamadıklarını, etkinliklerin üstesinden gelmenin zor olduğu ve bu yönüyle ilgi çekici olmadığı şeklinde uygulamayı etkileyen faktörleri belirtmişlerdir. Araştırmacılar öğretmenlerin hazırladıkları model oluşturma etkinliklerinin yeterli düzeyde olmadığını böylece kendi sınıflarında gerçekleştirecekleri uygulamalarda pek çok engelle karışılabileceklerini de ifade etmişlerdir.

Borromeo-Ferri ve Blum (2009a) daha önce yapılan deneysel çalışmalarda modellemenin okul içinde nasıl öğretilebilceği ya da üniversite öğrencilerinin kompleks modelleme görevleri yoluyla modellemeye karşı nasıl duyarlı hale getirilebileceği konularının ele alındığını ve bu çalışmalar sonucunda modellemeye ilişkin yeni düşünme yollarının açıldığını ifade etmişlerdir. Ancak hala çözümlenememiş iki soru bulunduğunu ifade etmişlerdir. Bunlar,

1. Geleceğin öğretmenleri ileride okullarında modellemeyi öğretmeleri konusunda üniverste öğrenimleri boyunca nasıl hazır hale getirilebilirler? Bunun için hangi içerik ve hangi yöntemler uygundur? 2. Bu dersler boyunca öğrencilerin öğrenme ve anlama süreçleri nasıldır? Engeller ve karşılaşılan problemler nelerdir? Gelişim nasıl izlenebilir?

Araştırmacılar Hamburg ve Kassel üniversitelerinde bu iki sorunun ele alındığı seminerler düzenlemişlerdir. Bu seminerlerde onlara rehberlik eden durum şudur: "eğer biz öğrencilerimize uygun bir şekilde modellemeyi öğretmek istiyorsak (içerik ve yöntemin uyumu, öğrencilerin bilişsel aktiviteleri, öğrenme üzerine yansıma ve özetleyici değerlendirmenin entegrasyonu) öğretim elemanları olarak bizim de kendi öğretimimizi aynı şekilde düşünmememiz gerekir (içerik ve yöntemin uyumu, bilişsel aktivasyon, yansıma, özetleyici değerlendirme)".

Veri toplamanın temelini Hamburg üniversitesinde öğrenim gören dördüncü sınıf öğretmen adayları için verilen seminer oluşturmaktadır. Seminere 25 öğretmen adayı ile özel gereksinimli öğrenciler için öğretmenler de katılmıştır. Seminer bir dönem boyunca 90 dakikalık oturumlarla haftada bir kez yapılmıştır. Seminerin temel yapısnı dört beceri oluşturmuştur. Bunlar; teorik yeterlik (modelleme döngüleri hakkında bilgi, modelleme hedefleri/bakış açıları ve modelleme görevlerin türleri hakkında), görev ile ilgili yeterlik (modelleme görevlerini çözme, inceleme ve oluşturma yeteneği), öğretim yeterliği (modelleme derslerini planlama ve gerçekleştirme yeteneği, öğrencilerin modelleme süreçleri esnasında uygun müdahalelerin bilgisi) ve teşhis yeterliğidir (çocukların modelleme süreçlerindeki aşamalarını belirleme ve öğrencilerin bu süreçler sırasında karşılaştıkları zorlukları teşhis etme yeteneği).

Araştırmacılar bu çalışmada işbirlikli öğrenme yöntemini tercih etmişlerdir. İşbirlikli öğrenme tekniklerinin çocuklarda öğrenme ve akademik başarı sağladığı, akılda kalıcığı ve öğrenme deneyimlerinden memnun kalmayı arttırdığı, sözlü iletişim becerilerini ve sosyal becerileri geliştirdiği ve benlik saygısını teşvik ettiği aktarılmıştır (Johnson ve Johnson, 1995; akt. Borromeo-Ferri ve Blum, 2009a). Yine modelleme üzerine yapılan pek çok çalışmada modellemenin grup etkinliği ile daha iyi yapıldığı aktarılmıştır (Ikeda, Stephens ve Matsuzaki 2007). Çünkü grup etkinliği matematik tartışmalarını desteklemekte, argümantasyonları iyileştirmekte ve grup sinerjisinden yararlanma şansı vermektedir. Ancak, sadece belirli koşullar altında olmak üzere gruplar halinde çalışmanın, rekabetçi ve bireysel çabalardan daha verimli olduğu belirtilmiştir. Bu koşullar (Kagan 1990; akt. Borromeo-Ferri ve Blum, 2009a); pozitif dayanışma, yüz yüze etkileşim, bireysel/grup olma sorumluluğu, kişilerarası/küçük grup becerileri ve grup işleyişidir. Bu bağlamda bu koşulların dikkate alındığı 5 kişilik 6 çalışma grubu ortaya çıkmıştır. Çalışmalar esnasında öğretmen adayalrından günlük tutmaları istenmiştir.

Çalışmada okullarda modellemenin öğretiminin teori ve uygulama arasında denge kurularak yapılması ve her ikisinin de uygun bir öğretim stratejisi ile bağlanması gerektiği sonunca ulaşılmıştır. İçerik olarak çalışmada belirtilen becerilerin kullanılabileceği önerilmiştir. Örneğin; 1) modelleme döngüleri, modelleme hadefleri/bakış açıları ve görev türleri hakkında bilgi, 2) modelleme görevlerini çözme, oluşturma, inceleme, 3) modelleme derslerini planlama ve deneyimleme, 4) çocukların gerçek modelleme süreçlerinin teşhisi. Çalışmanın bir diğer sonucu ise öğrencilerin öğrenme ve anlama süreçlerinin en iyi günlük tutma ile geliştirilebileceğidir. Öğretmen adaylarının belli başlı problemleri tespit edilmiştir. Bunlar; modellemenin çeşitli yönlerini ve alan yazında yer alan döngülerin farkını anlama, modelleme döngüsünün aşamalarını ayırt etme, çocukların modelleme süreçlerinin transkripsiyonlarını analiz etme, modelleme problemlerinin konu alanı açısından analizi ve son olarak bir problem oluştururken özgün olmadır. Bu zorluklara ilişkin olarak öğretmen adaylarının gelişimi onlar teori ile uygulamayı bağlantılı hale getirdiklerinde tekrar oluşturulabilir. Seminer boyunca bu gelişimlerin değerlendirilmesi ile yetkin birer matematik öğretmeni olabilecekleri düşünülmüştür.

Kaiser, Schwarz ve Tiedemann (2010) öğretmen adaylarının modelleme yeterliliklerine ilişkin sahip olmaları gereken mesleki bilgilerini (alan bilgisi, alan eğitimi bilgisi, genel pedagoji bilgisi) incelemişlerdir. Alan bilgisi okul matematiği ile sınırlandırılmış ve modelleme açısından değerlendirilmiştir. Alan eğitimi bilgisi için modellemenin amaçları, öğrencilerin yanlış anlamalarının ve olası ders planlarının nasıl düzenlendiği ile ilgilidir. Genel pedagoji bilgisinde öğrencilerin motive edilmesi ve sınıf ortamındaki heterojenliğin sağlanması dikkate alınmıştır.

Araştırmaya 80 matematik öğretmen adayı katılmış ve bu öğretmen adaylarına açık uçlu maddelerden oluşan 7 soru yöneltilmiştir. Bu sorulardan 3’ ü gerçek yaşam durumları ve modelleme, 3’ ü tartışma ve kanıtlama, 1’ i de matematik öğretimindeki heterojenliğin üstesinden gelinmesi ile ilgilidir. Gönüllü 20 öğretmen adayı ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılarak öğretmen adaylarından modelleme döngüsünün her basamağında neler yaptıklarını açıklamaları ve öğrencilerin yanlış cevaplarını analiz etmeleri istenmiştir. Çalışmada öğretmen adaylarının modelleme süreci hakkındaki derin alan bilgileri olmasına rağmen bu sürecin öğretimine ilişkin bilgilerinin yeterli düzeyde olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmen adaylarının, öğrencilerin yanlış cevaplarının analizi konusunda zorlandıkları ortaya çıkmıştır. Bunun yanı sıra modellemenin etkin bir şekilde kullanımının sağlanması için öğretmen adaylarının mesleki bilgilerinde yeterli düzeyde bilgi ve beceriye sahip olmaları gerektiği vurgulanmıştır.

Araújo (2010) Brezilya matematik eğitiminde modelleme üzerine incelemelerini sunduğu çalışmasında Brezilyada olduğu gibi uluslar arası alanda da modelleme üzerine ilginin arttığına ve bu durumun dikkat çekici olduğuna değinmiştir. Çalışmasında işaret edilen problemlerin (araştırılan temaların dikkate değer biçimde tekrarlanması, amaçların açık ve net olmayışı, çok genel olmaları, araştırmanın amacı ve diğer bileşenleri arasındaki uyumsuzluk, ilk öneriyi gerektiği gibi karşılamayan bulgularla birlikte araştırma boyunca amaca yapılan modifikasyonlar) günümüzde hala pek çok çalışma tarafından incelendiğini ortaya koymuştur (Barbosa, 2007; Silveira, 2007; akt. Araújo, 2010). Bu doğrultuda yapılan çalışmaların ilk grubu; modelleme ile matematik öğrenmenin geliştirilmesi, geliştirilen etkinlikler hakkında öğrencilerin görüşleri, öğrencilerin matematik kavramları, öğrencilerin etkinliklere katılımı ya da dâhil edilmesi, modelleme etkinliklerini uygulama yeteneği, modelleme ile farklı bilgi alanları arasındaki ilişki, öğretimde modelleme kullanımının savunulması, etkinlikler boyunca öğrencilerin yaşadıkları zorluklar, modelleme etkinlikleri gerçekleştirilirken öğretmenlerin karşılaştığı zorluklar, öğrencilere anlamlı gelen eğlendirici ve motive edici bir şekilde matematik çalışma, çevre ve sosyal konularda öğrencilerin eleştirel duruşu gibi temalara yer vermektedir.

İkinci grup çalışmalar önceki çalışmalarla ilgili olarak gelişimler sergiledikleri halde hala bu problemler güncelliğini korumaktadır. Amaçlar, matematik eğitiminde modelleme alanında tekrarlanan çalışmalarınki ile benzerlik gösterse de araştırmacılar çalışmalarını yürüttükleri eğitim ortamlarını çeşitlendirme gayretindedirler. Ortamın çeşitlendirilmesi ile amacın netleştirilmesi sağlanabilir. Bu grupta yer alan temalar; genç ve yetişkin eğitim sınıflarında matematiksel modelleme, matematiksel modelleme ve çevre eğitimi, matematiksel modelleme ve etnomatematik, matematiksel modelleme ve enine temalardır.

Üçüncü grup farklı teorik çerçeveleri benimser. Bu grupta ele alınan temalar anlamlı öğrenme ve modelleme etkinlikleri (David Ausubel' in teorik çerçevesi ve kavram haritaları ile) ya da anlamlı öğrenme (Edgar Mori' nin karmaşıklık hakkındaki teorik çerçevesi ile) dir. Dördüncü grup çalışmalar deneysel araştırma ve teorik çalışmaları içerir. Deneysel araştırmalarda modelleme etkinliklerinin gerçekleştirilmesinde, öğretmenler tarafından karşılaşılan problemler; öğretmenlerin bu problemlerle baş etme yolları; modellemenin sosyo-kritik perspektifi; modelleme ortamlarında yer alan tartışmalar; modelleme etkinliklerinin organizasyonu ve gerçekleştirilmesi yolları, modelleme projelerinin gelişiminde teknolojinin rolü gibi temalar ele alınmaktadır. Bu grupta teorik çalışmalara örnekler: alana özgü kavramlara yansıtmalar; felsefi tartışmalar; modelleme ve diğer teorik perspektifler(pedagoji, etnomatematik, vb.) hakkındaki tartışmalardır.

Araújo, eğer araştırma ve sınıf içi uygulama arasında hala bir kopukluk varsa bunun nedenlerini araştırmak gerektiğini ifade etmiştir. Dördüncü grup olarak belirtilen çalışmaların sınıf içinde modellemenin uygulanması ile ilgili olarak öğretmenler tarafından karşılaşılan ikilemlere odaklandığını belirtmiştir. Problemi anlamanın önemli olduğunu ancak bunun sadece ilk aşama olduğunu söylemiştir. Araújo' nun aktardığına göre Silveira' nın (2007) matematik öğretmenleri her ne kadar modellemenin uygulanabilirliğine inansalar da kendilerine sunulan matematik eğitiminde modelleme üzerine çeşitli öğretmen eğitim programlarının sınıf içi günlük uygulamalarda anlamlı bir değişimle sonuçlanmadığını belirttiğini aktararak Araújo öğretmenlere ne yapılması gerektiğini anlatmak yerine onlarla birlikte modelleme yapmanın daha iyi olacağını ileri sürmüştür. Bunun yanı sıra matematik eğitiminde modelleme ile ilgili öğretmenlerin belirsizliklerinin ve şüphelerinin, öğretmenler ve araştırmacılar tarafından geliştirilen ortak çalışma veya araştırmadaki yansımaların ve eylemlerin teması haline gelebileceği ifade edilmiştir.

Sekerak (2010), çalışmasında öğrencilerin problemleri çözmedeki yetersizliklerin modelleme sürecinde karşılaştıkları zorluklarla bağlantılı olduğunu ifade etmiştir. Bu bağlamda çalışmada matematiksel modellemenin her bir aşamasına odaklanılmıştır. Amaç, hangi aşamanın daha sorunlu olduğunu araştırmak ve bu yolla hangi matematiksel modelleme yeterliklerinin sorunlu olduğunu tespit etmektir. Çalışmada ayrıca cebirsel-analitik modellere ağırlık verilmiştir. 2007 Mart ayında 3. ve 4. sınıfa devam eden 398 lise öğrencisinin katılımıyla çalışma gerçekleştirilmiştir.

Öğrencilere iki problem sunulmuştur. Birinci problemde öğrencilerin anlamlı veriyi nasıl seçebildikleri gözlemlenmiştir ki bu, bir durumun ya da problemin modellenmesinde uygun başlama noktalarına odaklanma yeterliği ile ilgilidir. Bu yeterlik, modellenmesi gereken problemleri ve durumları yapılandırabilme ile birlikte bilgi ile çalışma yeterliliği birinci aşamanın en iyilerdir. Bu problemde, matematiksel modellemenin diğer yeterlikleri de belirlenmiştir. İkinci problemin ‘a’ seçeneğinde gerçek durum açısından modeli “ispatlama” ya da problem açısından dematematikleştirme-tanımladığı “gerçekliğe” göre matematiksel modeli yorumlama gibi yeterlilikleri teşhis etmek istenmiştir. Bu tür yeterlikler matematiksel modellemenin son aşamasında ortaya çıkar. Bir probleme ilişkin bir çözümden çıkan sonucu yorumlarken dematematikleştirme önemlidir. İkinci problemin ‘b’seçneğinde gerçekliğin matematiksel bir yapıya tranfer edilmesi süreci olarak tanımlanan matematikleştirme yeterlikleri ile gerçek durumları tanımlayan niceliksel ya da 3 boyutlu ilişkileri sergileyip sergilemedikleri teşhis edilmek istenmiştir.

Matematiksel modellemenin her aşamasındaki yeterlik seviyesi öğrencilerin başarılarına göre değerlendirilmiştir. En çok zorluk birinci problemi çözmede yaşanmıştır. Öğrencilerin sadece % 19’ u uygun bir matematiksel model oluşturmuştur. Bu gruptaki 74 öğrenci inşa ettikleri modelle problemi doğru bir şekilde çözmüşlerdir. Kalan 256 öğrenci herhangi bir türde model inşa edememiştir. Bu durumun nedenini bir problemi ya da durumu modellemek için uygun başlama noktaları belirlemeyle ve veriyi ele alma biçimiyle ilgili yeterliliklerle ilişkilendirmiştir. Genel olarak, öğrencilerin pek çok kaynaktan veri topladıkları görevlerde sorun yaşadıklarını ifade etmiştir. Öğrenciler veriye odaklanamamış, okuduklarını anlayamamışlardır. Bunun, verilen bilgiyi doğru bir şekilde yorumlayamama ile yakından ilişkili olduğu belirtilmiştir. Öğrenciler verilen bilgiyi problemle ilişkilendirememişlerdir. Modellerdeki hatalar, tabloda verilen tüm verinin kullanımını denemekten ya da bilgiyi dikkatsizce birleştirmekten kaynaklanmaktadır.

Öğrenciler bilinmeyenlerden çok denklemler üretmişlerdir ya da tersine denklemleri çözme girişimleri çözüm üretmemiştir. Araştırmacıya göre bu sonuçlar açıkça öğrencilerin durumu analiz etmediklerini, bir matematiksel modelin inşasına neden olan ilişkileri düşünmediklerini göstermektedir. Öğrencilerin problemin özünü anlamadıkları ve dolayısıyla problemi çözmeye imkân veren ilgili veri seçiminde başarılı olmadıkları ortadır. Matematiksel modellemenin ilk aşaması ile ilgili yeterliklerin ortalamanın altında kaldığı gözlenmiştir.

Gerçek durum/problem açısından modeli ispatlamadaki yeterlilikler ve dematematikleştirme yüksek seviyede matematiksel modelleme belirtileridir. İspatlamanın genellikle açık bir dili yoktur. Matematiksel modelleri yorumlama gibi, öğrenciler çok sayıda probleme başvururlar. Verilen denklemi sadece öğrencilerin %23' ü anlamlı bir şekilde yorumlamıştır. Birinci problem için model oluşturan öğrenciler anlamlı bir ortalamaya sahiptir. Matematiksel modelleri yorumlama ve başlama noktalarına odaklanma yeterlilikleri arasında güçlü bir ilişki bulunmuştur. Ancak her iki yeterlik öğrenciler için düşük başarı oranlarında bulunmuştur. Matematiksel modelleri yorumlama yeterliği ortalamanın altındadır. Bu düşük başarı oranlarının nedenlerinden biri, öğrencilerin çoğunun her zamanki matematik derslerinde böyle problemleri çözme ihtiyacı duymamaları gerçeğidir.

Öğrenciler genellikle matematiksel modellemenin birinci aşamasını gerektiren problemlerle karşılaştıkları belirtilerek çalışmada en sorunlu yeterliğin bir problem ya da durumu modelleyen uygun başlama noktalarına odaklanma olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bunun hemen arkasından ispatlama ve dematematikleştirme gelmiştir. Bu, öğrencilerin kolayca modellenen durumları ve çözümün yorumunun kolay olduğu durumları modelleyebildiklerini göstermiştir. Sekerak bu noktada matematik öğrenmeyi daha uygun hale getirmek için onun amaçlarını ve yöntemlerini tekrar değerlendirmek gerektiğine vurgu yapmıştır. Sekerak, matematik öğrenmenin öğrencilere günlük problemleri nasıl çözeceklerini öğrenmekten çok daha fazla olması gerektiğini belirtmiş ve sahip oldukları matematiksel bilgiyi uygulamalı olarak kullanmalarına değinmiştir. Bu doğrultuda matematiksel modellemenin anlamlı bir bilişsel yöntem olduğunu belirtmiştir. Öğrencilerde böylelikle tümevarımsal ve tümdengelimsel düşünme becerilerinin, problem çözme, hipotez oluşturma ve ispatlama, özellikler arasındaki bağlantıları ve neden olan ilişkileri açığa çıkarma becerilerinin geliştiğini vurgulamıştır.

Eric' in (2010) çalışması problem tabanlı bir ortamda yer alan bir matematiksel modelleme görevini 6. sınıf öğrencilerinin nasıl yönetebildiklerini ortaya koymuştur. Bu yönüyle matematiksel modelleme problem çözme etkinliği olarak ele alınmıştır. Çalışmada kavramsal gösterimler ve matematiksel ilişkilere göre öğrencilerin model gelişimini yapılandırmak ve izlemek amacıyla öğrencilerin modelleme girişimlerinin makro seviyede analizi yapılmıştır. Karma yöntem kullanılarak nicel ve nitel veriler toplanmış ve analiz edilmiştir.

Çalışma, 6. sınıf öğrencileri 5 farklı modelleme görevine dâhil olduğu iki aşama içermiştir. Ancak bu çalışmada öğrencilerin "Yüzeyi kaplama problemi" olarak adlandırılan bir modelleme görevindeki model gelişim çabaları sunulmuştur. Her oturum yaklaşık 1 saat sürmüştür. Çalışmaya yakın çevreden bir okulun iki sınıfı olmak üzere 80 altıncı sınıf öğrencisi ve öğretmenleri katılmıştır. Çalışma öncesinde katılımcıların ne bu tür matematiksel modelleme görevleri ne de problem tabanlı öğrenme hakkında deneyimleri vardır. Öğrenciler arkadaşlık ilişkileri ve akademik başarılarına göre 4-5 kişilik gruplara ayrılmıştır. Her sınıftan 2 grup öğretmen tarafından hedef grup tayin edilerek çalışmaları video kayda alınmıştır. Diğer gruplar da aynı görevler üzerinde çalışmışlar ancak video kaydı dışında tutulmuşlardır. Öğretmenlere uygulama öncesinde Fraivillig' in (2001) çalışmasında belirttiği noktalar dikkate alınarak öğrenci düşüncelerini ortaya çıkarma, destekleme, genişletme anlamında öğrenmelerini hızlandırmaya yönelik kısa bir eğitim verilmiştir. Modelleme etkinlikleri bir hafta içerisinde tamamlanmıştır. Öğrencilere cetvel, büyük çalışma kağıtları, makas, hesap makinesi, keçeli kalemler temin edilmiştir. Öğrencilere çalışmalarında "Ne biliyoruz?", "Ne bilmek istiyoruz?", " Ne bilmemiz gerekir?" şeklinde üst bilişsel yardımcılar sunulmuştur. Süreçte öğretmenler bilişsel koçlar ve destekleyici rolünde hareket etmişlerdir.

4 hedef grubun grup içi etkileşimleri her hafta video kaydına ve ses kaydına alınmıştır. Ancak ilk 2 oturum hem öğretmenler hem de öğrenciler için hazırlık

niteliği taşıdığı için 3. oturum ve sonrasında video ve ses kayıtları çalışmanın verilerini oluşturmuştur. Veri analizinde yorumlayıcı çerçeve kullanılmıştır. Öğrencilerin kavramsallaştırılmış gösterimler ve matematiksel ilişkiler yoluyla matematiksel modellemeleri incelenmiştir. Modelleme görevinde öğrencilerden en iyi seçimi açık ve net olarak açıklamaları ve bu karara nasıl vardıklarını anlatmaları istenmiştir

4 grubun çalışmaları kayda alınsa da teknik nedenlerden dolayı 3 grubun çalışmaları incelemeye alınmıştır. Bu üç gruptan ikisi üstün yetenekli, üçüncüsü ise karma yetenekli grup olarak etiketlenmiştir. Modelleme süreci; tanımlama, manipüle etme, tahmin, optimize etme olarak dört aşama içinde ele alınmıştır. Bir ders saatinin 5 dakikalık birimlere ayrıldğı zaman çizelegesinde grupların her bir aşamayı hangi zaman aralıklarında gerçekleştirdiği, belirtilen bu zaman aralıklarında kaç model geliştirdikleri ve öğretmen desteği alıp almadıkları belirtilmiştir. Bu zaman çizelgesi öğrencilerin modelleme süreçleri hakkında dikkate değer 3 durum ortaya çıkarmıştır. Birincisi modelleme sürecinin doğrusal olmadığı tekrarlamalı olduğudur. Üstün yetenekli gruplar önceki aşamalara daha az geri dönüş yaparken karma yetenekli grup 3 kez tanımlama aşamasına dönüş yapmıştır. İkicisi odak görüşmenin modellemenin gelişimi hakkında daha çok bilgi vermesidir. Üstün yetenekli gruplar ile karma yetenekli grupların özellikle manipüle etme aşamasında geliştirdikleri model sayısında anlamlı farklılıklar vardır. Yine tanımlama aşaması bakımından da farklılıklar dikkat çekicidir. Üçüncü olarak öğretmen desteğinin düşünmelerde değişikliğe neden olduğudur. Örneğin manipüle etme aşamasına geçen karma yetenekli grup öğretmen desteği aldığında tanımlamaya geri dönüş yapmıştır. Üstün yetenekli bir gruba modeli arıtmaları konusunda destek olduğunda onları optimize etme aşamasına geçirmiştir. Grupların geliştirdikleri modeller çözümleri ile birlikte sunulmuştur.

Bu çalışmada öğrenciler tarafından sunulan "kendiliğinden gelişen modeller" onların nasıl sabit bir yapı kullandıklarını göstermiştir: *yüzey alanı x materyalin birim alana düşen maliyeti*. Bu yapı iki kısmın özeti olarak görülebilir: (*zemin alanının belli bir miktarı için zemin döşeme materyalinin alanı x materyalin birim alanı maliyeti)+(zemin boşluğunun alanı x artan materyal miktarının maliyeti)*. Matematiksel ilişkilere eşlik eden kavramsal gösterimler Gravemeijer' in (1997) matematiksel modelleme görüşü ile benzerlik taşımaktadır. Buna göre bir yapı fark ediliyorsa, bu yapı bir odanın zeminini kaplamak için düşünülen herhangi benzer durum için de kullanılabilir. Yapıyı fark etmek, çalışan bir modelin geliştirilmesine izin vermektedir. Bu modelleme görevinde zemin alanı sabittir. Dolayısıyla değişen, düzenleme şekillerinin kavramsallaştırılmasıdır ki bu da farklı maliyetleri açıklar. En büyük değeri elde etme hadefi, öğrencileri materyallerin tekrar kullanımına yönlendirecektir. Öğretmenin yardımı burada yararlı olabilir ya da öğrencilere uzun bir zaman diliminin verilmesi modeli geliştirmede yolu açabilir. Nitekim üstün yetenekli bir grupta etkisi gözlenmiştir.

Sonuçlar, öğrencilerin geliştirdiği modellerin bağlamla ilgili nicelikler ve değişkenler arasındaki yapıyı fark etmeye dayalı olduğunu göstermiştir. En iyi çözüm modelinin edinimi amacıyla daha yeni ya da daha iyi modeller yönünde modeller test edilmiş ve gözden geçirilmiştir. Modelleme süreci öğrencilerin matematiksel ve kişisel bilgilerinin çözümü hızlandırmada işe koşulduğunu ortaya çıkarmıştır.

Kim ve Kim (2010), Kore' deki üstün yetenekli öğrencilerin matematiksel modelleme yoluyla yaratıcı üretim yeteneklerinin ve öz-denetimli öğrenme tutumlarının geliştirilip geliştirilmeyeceğini araştrmışlardır. Bu çalışmanın iki ayrı çalışma grubu bulunmaktadır. 19 üstün yetenekli öğrenci, okullarında yazılı bir sınav ve derinlemesine görüşmelerden geçerek yaratıcı üretim yeteneklerini ölçmek amacıyla ilk çalışmaya önerilmiştir ve 180 dakika için özel bir sınıfa katılmışlardır. Bu 19 öğrenciden seçilen 4 öğrenci bu çalışma için küçük bir grup oluşturmuş ve bu grubun çalışmaları araştırmacılar tarafından yakından izlenmiştir. Bu 4 öğrencinin problem çözme yaklaşımları farklılık göstermektedir. W, problem çözmede sahip olduğu bilgiyi kullanmakta ve düşüncelerini açıklamaktan, sunmaktan hoşlanmaktadır. T kendi başına orijinal fikir ya da çözüm üretemez ama verilen yöntemi, bilgiyi ya da mantığı kavramada ve uygulamada iyidir. E pasiftir, kendi görüşlerini sunmakta isteksizdir. J ise problem çözmeye katılım göstermede hevesli değildir, onun için uygulanan modelleme etkinliği ilgi çekici değildir.

Öğrenciler matematiksel modelleme ile ilk defa karşılaşmışlardır. Araştırmacılardan biri gözlenen grubun yanında kalarak öğrenme sürecini gözlemlemiştir, çalışmanın sonuçlarını etkileyecek sorular sormaktan kaçınmıştır.

Öğrencilerden sesli düşünmeleri istenmiştir. Böylece araştırmacı öğrencilerin düşünme süreçleri üzerine veri toplayabilmiş ve inceleme yapabilmiştir. Çalışmada iki kamera kullanılmıştır: biri öğretmene odaklanmıştır, diğeri gözlenen grubun etkinliklerini kaydetmiştir. Öğrencilerin düşünme süreçleri video kamera ile kaydedilmiş, yazıya dökülmüş ve analiz edilmiştir. Katılımcıların çalışma kâğıtları da analiz edilmiştir. Bu çalışma Lesh ve Doerr' in (2003b) çalışmasının uyarlanmış halidir. Model ortaya çıkarma ve model keşif süreçleri için büyük ayak problemi kullanılmıştır. Model uyarlanırken ise problem "tırmanış problemi"ni kullanmak üzere genişletilmiştir, böylece doğrusal fonksiyonun öğrenilebilmesi sağlanmıştır. Yaratıcı üretim sürecine katılan öğrencilerden beklenen ürün matematiksel modeldir. Bu süreçte öğrencilerin matematiksel bilgilerini, araştırma becerilerini ve bağımsız düşünmeyi kullandıkları görülmüştür. Nitel çalışma yöntemi kullanılarak incelenen öğrenme süreçleri sonucunda, öğrencilerin bilgilerini geliştirdikleri, uygun araştırma becerilerini kullandıkları ve esnek olarak yakınsak ve ıraksak düşünmeyi kullandıkları bulunmuştur. Ayrıca matematiksel modelleme ile kendi çalışmalarını yönlendirebildikleri/denetleyebildikleri ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin birkaç denemenin ortasında zaman zaman beklenmedik hatalar yaptıkları ya da model-ortaya çıkarma, model-keşif ve model-uyarlama aşamalarında beklenmeyen sonuçlara ulaştıkları gözlenmiştir. Bu doğrultuda sürekli düzenleme, sunum, tartışma ve modifikasyon öğrenme sürecini derinleştirmelerini sağlamıştır. Bu bağlamda matematiksel modellemeyi uygulayan sınıfların matematiksel düşünme, bilgi arama ve problemlerin anlaşılması, değerlendirilmesi ve yorumlanması için çeşitli fırsatlar sunduğu ortaya çıkmaktadır. Ancak matematiksel modellemeyi uygulayan öğretmenler uygun konu bulmakta zorlanmışlardır. Buna rağmen hem öğrenciler hem de öğretmenler matematiksel modelleme dâhil edilen eğitim programı üzerine tatmin edici görüşler dile getirmişlerdir. Modelleme etkinliği için öğrenciler genel matematik sınıfı ve öğrenmelerinden farklı olduğunu ve grup tartışmasının çalışmalarınada yararlı olduğunu belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra öğrenciler buradan kazandıkları bilginin diğer problem çözme etkinlikleri ile uğraşırken yararlı olduğunu, öğrenmenin bu türünün problem çözme yeteneklerini ve yaratıcı öğrenmelerini geliştirdiğini söylemişlerdir. Öğrenciler modelleme yoluyla öğrenme etkinliğinin öğrenmeyi ilginç ve kolay hale getirdiğini çünkü bunun günlük yaşamla uyumlu matematiksel bilgiye ulaştırdığını ifade etmişlerdir. Öğrenciler problem çözme yeteneklerini ve matematiksel yeteneklerini arttırmada yardım aldıklarını kabul etmişlerdir. Problem çözme yeteneklerini çeşitli problem çözme durumlarını tecrübe ederken, matematiksel yeteneklerini ise modelleme etkinliği youyla problemi çözmek için gerekli veriyi, bilgiyi toplarken geliştirdiklerini belirtmişlerdir. Bu etki sadece 6 aylık bir çalışma sonucunda görülmüştür. Çalışmaya katılan 12 öğretmen açıklayıcı öğretim konusunda oldukça deneyimli olmalarına rağmen matematiksel modellemeyi sınıflarında yaygın hale getirmek istemişlerdir. Araştırmacılar eğitim yoluyla öğretmenlerin kendi matematiksel modelleme etkinliklerini formule edebileceklerini belirtmişlerdir. Sonuç olarak matematik alanında üstün yetenekli öğrenciler için eğitim amaçlarının gerçekleştirilmesinde matematiksel modelleme uygun bir program olarak önerilmiştir.

Çalışmada ayrıca matematiksel modelleme sınıfına dâhil olan bir grup ile dahil olmayan bir grubun verileri karşılaştırılarak öğrencilerin öz-denetimli öğrenme tutumlarının gelişimi incelenmiştir. Belirtilen bu tutumun bireysel özellik olduğu ancak yapılan bir çalışma sonucunda öğrenme yoluyla geliştirilebileceği ifade edilmiştir. Çalışmada Lee ve Kim (2005) tarafından geliştirilen öz-denetimli öğrenme tutumu anketi kullanılmıştır. Bu test öz-denetimli öğrenme yoluyla matematik çalışmanın hazırlık, uygulama, yansıtmayı gerektirdiğini savunmaktadır. Testte 10 faktör bulunmaktadır. Çalışmaya S enstitüsünden 39, B enstitüsünden ise 27 birinci ve ikinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Bu öğrencilerin aynı ölçeklerle üstün yetenekli oldukları tespit edilmiştir. S grubundakiler deney grubu, B grubundakiler kontrol grubudur. Deney grubuna 6 aylık bir modelleme eğitimi verilmiştir. Diğer grup geleneksel yöntemlere göre eğitim almıştır. Uygulama sonrasında anket sonuçlarına göre matematiğin değerini fark etme, matematiğin öz-kavramını fark etme ve öğrenme denetimi faktör puanlarının deney grubu lehine ve daha yüksek çıktığı tespit edilmiştir.

Schukajlow, Leiss, Pekrun, Blum, Müller ve Messner' in (2011) çalışmaları DISUM Projesinin bir kısmıdır. Çalışmada "realschule" olarak bilinen 14 Alman sınıfından 224 dokuzuncu sınıf öğrencisinin üç matematiksel probleme ilişkin zevk, ilgi, değer ve öz-yeterlilik beklentileri araştırılmıştır. Problemler matematik içinden, kelime problemleri ve modelleme problemleri şeklindedir. Pisagor teoremi ve doğrusal fonksiyonlar konularına ilişkin olarak modelleme yeterliliğini geliştirmek üzere 10 derslik öğretim birimi öncesi ve sonrasında zevk, ilgi, değer ve öz-yeterlilik beklentileri değerlendirilmiştir. Çalışmada 3 tane araştırma sorusu vardır. Bunlar;

1. Görev türüne göre öğrencilerin zevk, ilgi, değer ve öz-yeterlilik beklentileri farklılaşmakta mıdır? 2. sınıf öğretiminde modelleme problemlerinin uygulanması bu değişkenleri etkiler mi? 3. "doğrudan", öğretmen merkezli öğretim ve "işlemsel-stratejik", grup çalışmasını ve öğretmenin stratejik desteğini vurgulayan daha çok öğrenci merkezli öğretim içeren modelleme problemlerinin farklı öğretim yolları için diferansiyel etkiler var mıdır?

3. araştırma sorusuna ilişkin olarak bu çalışmada üç tür öğretim yöntemi kullanılmıştır. Doğrudan öğretim için en belirgin ilkeler yaygın çözüm örüntülerinin öğretmen tarafından geliştirilmesi ve tüm sınıf öğretimi ile uygulamadaki öğrencilerin bireysel çalışmaları arasındaki sistematik değişimdir. Öğretmen merkezli öğretimde modelleme görevleri şu şekilde çözülür: öğrencilerden biri görevi yüksek sesle sınıfa okur. Öğretmen, öğrencilerle iletişim halinde bulunarak problemin nasıl çözüleceğine yönelik fikir geliştirir. Öğretmen ve öğrenciler birlikte bir çözüm geliştirirler ve öğretmen tahtaya çözümü yazar. Daha sonra öğrenciler kendi başlarına benzer problemleri çözerler, her öğrenci bireysel olarak problemi çözerken öğretmen tarafından desteklenir. Sınıfın diğer yarısı ise öğrenci merkezli gruplar şeklinde aynı sırayla modelleme problemleri üzerinde çalışırlar. Ancak burada öğrenci merkezli öğrenme-öğretmenin işlemsel-stratejik şekli ile öğrenirler. Zamanın çoğunu, 4 kişilik gruplar içinde birbirlerinden bağımsız olarak çalışırlar. Öğretmen strateji–yönelimli müdahalelerle grup çalışmalarını destekler. Grup çalışmaları, sınıfta çözümler sunulurken yansıtma aşamaları ile devam eder. Öğretmen merkezlide öğretmenin rolü, öğrencilerin her modelleme problemi için birleştirilmiş ve açık bir çözüm yapısını ortaya koymalarına aracılık etmedir. Öğrenci merkezlide öğretmenler, öğrencilerin bağımsızlığının optimal seviyede tutulduğu şekilde çalışmaya dahil olurlar.

Çalışmada 5 modelleme, 4 kelime ve 4 matematik içi problem kullanılmıştır. Ölçek 5' li likert tipinde ve kesinlikle doğru değil-1puan, tamamen doğru-5puan olarak kodlanmış. Zevk, değer, ilgi ve öz-yeterlilik ile ilgili maddeler bulunmaktadır. Bu maddelere örnek olması amacıyla dördü sunulmuştur:

Zevk: problem çözmekten zevk alırım.

Değer: bu problemi çözebilmek benim için önemli.

İlgi: problem üzerinde çalışmak ilginç olabilir

Öz-yeterlilik: verilen problemi çözebileceğimden eminim.

Sonuçlar görevlerin üç türü arasında zevk, ilgi, değer ve öz-yeterlilik beklentileri açısından farklılık bulunmadığını göstermiştir. Tek anlamlı farklılık, kelime problemleri ile ilgili öz-yeterlilikler için bulunmuştur. Öğrenciler modelleme problemlerini çözebileceklerine daha çok inandırılmışlardır. Modelleme problemlerinin karmaşıklığı görüşü içerisinde, bu bulgu şaşırtıcıdır ve öğrencilerin modelleme problemlerindeki deneyimsizliklerinden kaynaklanabilir. Bu bulgu, öğrencilerin yeteneklerini modelleme problemlerini çözmeye yönlendirdiklerini ve öz-yeterliliklerini bu tür deneyimlerden sonra düzenlediklerini ifade eder. Ön-son testler karşılaştırıldığında modelleme problemlerinin öğrencilerin 3 tür problemle ilgili etkilenmeleri üzerinde gerçekten pozitif etkilerinin olduğu, görülmüştür. Zevk, ilgi ve öz yeterlilik beklentilerinin anlamlı şekilde arttığı gözlenmiştir. Modelleme problemlerinin öğretiminin pozitif etkisi vardır. Zevk ve ilgi açık bir artış göstermiş. Öz yeterlilik puanları da modelleme ve kelime problemleri için anlamlı şekilde artmıştır. Matematik problemlerindeki ilgi ve zevk ortalamaları diğerlerinden daha az yükseliş göstermiştir. Öğretmen merkezli modelleme öğretimi bazı öğrenci değişkenleri üzerinde pozitif yönde etkili olmuştur. Öğretmen merkezlide ilgi ve zevkte zayıfça pozitif yönde değişiklikler olmuştur. Öğretmen merkezli öğretimden sonra modelleme problemlerindeki ilgi sabit kalmıştır. Problemin türü, müdahalenin türü ve bu faktörlerin zamanla etkileşimi ciddi anlamda manidar çıkmıştır.

Öğrenci merkezli öğretim yöntemi daha faydalı etkiler üretmiştir. Bu çalışmada kullanılan ölçekler yoluyla öğrencilerin ilgi, değer, zevk ve öz-yeterlilik beklentilerinin modelleme, kelime ve matematik içi problemlerle esasen özdeş olduğu ortaya çıkmıştır. Schukajlow ve diğerlerinin (2011) aktardığına göre Frenzel, Jullien ve Pekrun (2006) ile Pekrun ve diğerlerinin (2007) çalışmalarında kelime ve matematik içi problemlerdeki zevk duygusunu araştırmış ve öğrencilerin kelime problemlerinden daha çok zevk aldıkları sonucuna ulaşmışlar. Öğrencilere kelime ya da matematik problemleri yerine bir modelleme problemi sunulduğunda otomatik olarak ilgi göstermezler, bu pratik bir bilgidir. DISUM projesi için geliştirilen modelleme görevlerinin öğrencilerin zevk, ilgi ve öz-yeterlilik beklentileri üzerinde 3 tür problem açısından pozitif etkileri olmuştur (Metallidou ve Vlachou, 2010). Öğrenci merkezli öğretimin işlemsel-stratejik formu öğrencilerin zevk, ilgi, değer ve öz-yeterlilikleri üzerinde güçlü etkileri ortaya çıkmış. Çalışmada uygulanan işlemsel-stratejik öğretim şekli gibi işbirlikli öğrenme ortamları, öğrenciler üzerinde her zaman pozitif bir etkiye sahiptir. İşlemsel- stratejik öğretim yönteminin modelleme problemlerindeki ilgi ve zevk gerektiren durumlarda anlamlı avantajları bulunmuştur. Zevk ve ilgi, modelleme problemlerinin farklı çözüm yapısından faydalandıkları gözükmektedir. Dolayısıyla öğrenci merkezli öğretim yöntemlerinin; hem modelleme problemleri ile çalışırkenki etkilenmelerini hem de öğrencilerin başarılarını geliştirmeye uygun olduğu görünmektedir. Çalışmanın sınırlılığı belli konuların seçimi ve bir durumun sadece 4-5 problemle özetlenmesidir. Bu çalışma farklı yaş gruplarında farklı konularda yapılabilir. Anketin uygulanma şekli çalışmanın diğer sınırlılığıdır, öğrenciler problemi çözmeden soruları yanıtlamışlardır.

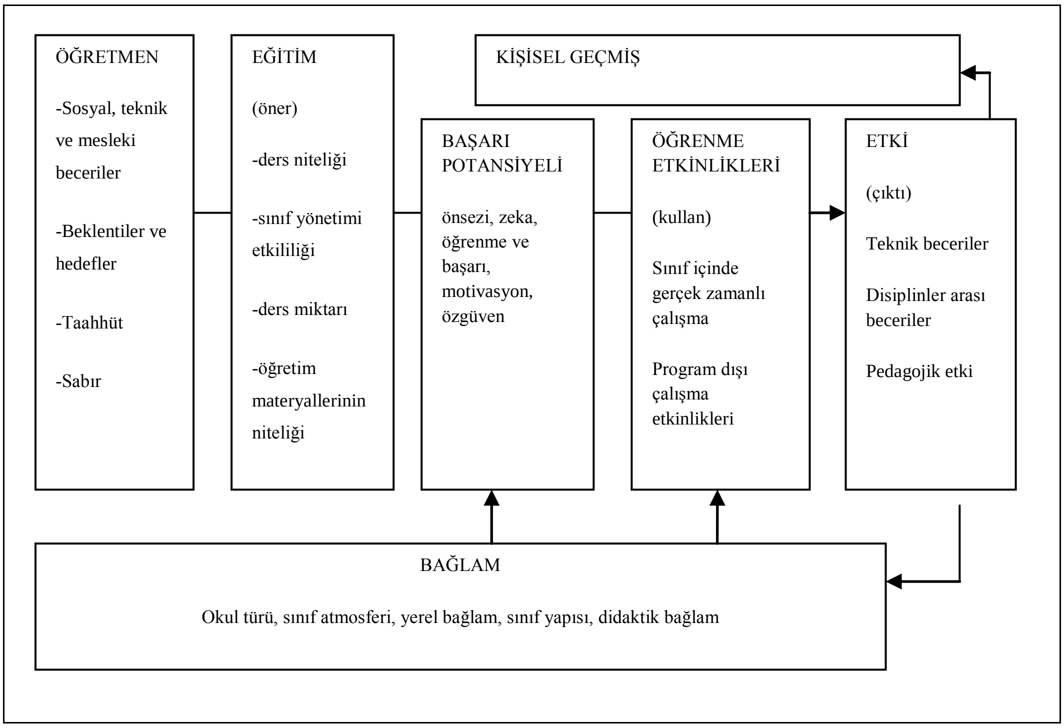
Stohlmann’ ın (2013) çalışması iyi yapılandırılmış matematiksel modelleme problemlerinin, model-çıkarma etkinliklerinin (MEAs) öğrencilerin matematiksel içeriği uygulamalarında ve aynı zamanda 21. yüzyılda başarılı olmak için ihtiyaç duyulan yaratıcı beceri ve yetenekleri geliştirmede nasıl kullanılabileceği hakkında bilgi vermektedir. Bunun için hizmet öncesi öğretmen adaylarının bir MEA örneği ile çalışmaları sağlanarak 21. yy becerilerinin nasıl geliştirilebileceği tartışılmıştır. 21. yy çerçevesinde yenilik getirme, sentezleme, uyarlama, iletişim bağlantıları dikkate alınmıştır. Buna göre MEA etkinliklerinde ortaya çıkan fikir üretimi yeniliğin önemli bir parçasıdır. Bu bağlamda çalışmada Büyük Ayak Model-ortaya çıkarma etkinliği kullanılmıştır. Fonksiyon ve oran-orantı ünitesinden sonra 30 ilköğretim öğretmen adayı ile etkinlik tamamlanmıştır. Stohlman tarafından 2012 yılında modifiye edilen bu etkinlikte problemin yapısı aynı kalmış, gerçekçi bağlamında değişiklikler yapılmış ve bu çalışmada model-ortaya çıkarma etkinliği olarak kullanılmıştır. Bu etkinlikte öğretmen adayları büyükayağın olası yüksekliğini belirlemişlerdir. Araştırmacı öğretmen adayları etkinlik üzerinde çalışırken alan notları tutmuştur. Öğretmen adaylarının yazılı raporlarını, etkinlik sonrası yansıtmalarını, her grubun ses kayıtlarını ve sunumlarını toplamıştır. Verileri analiz ederken 21. yy çerçevesini kullanarak bir kod sistemi geliştirmiştir.

7 grup etkinlik üzerinde çalışmış ve ortalama 5.14 çözüm üretilmiştir. Her grupta üretilen fikir sayısı 1 ila 7 arasında değişmiştir. Gruplar müşterinin ihtiyaçlarını karşılayan bir çözüm doğrultusunda çalışabilmişlerdir. Tartışmalar yoluyla verimsiz fikirlerden uzaklaşabilmişler ve büyük ayağın yüksekliğini nasıl tahmin edecekleri konusunda anlayış geliştirmişlerdir. Gruplar çözümlerini geliştirmede grup üyelerinin bilgilerinden de yararlanmışlardır. Bu noktada katılımcıların matematiksel bilgilerini yansıtmaları etkinlik esnasında kullandıkları matematiksel kavramlar ve becerileri ortaya koymada etkili olmuştur. Buna göre kullanılan matematiksel kavramlar şunlardır: oranlar, ölçümler, birimleri arasında dönüşümler, işlemler, orantılar, doğrusal fonksiyonlar, en uygun doğrular, dağılım çizelgeleri, örnek boyutları, ortalamalar, korelasyonlar, yorumlanmış tablolar, grafikler ve veriler, değişkenler arasındaki ilişkileri arama, birim oranlar, denklem çözme ve ölçek faktörleridir. Modelleme becerileri ise; modelleme, akıl yürütme, grafik hesap makinesi üzerindeki fonksiyonlar, eleştirel düşünme, cetvel ve metre çubukları ile ölçüm araçlarını kullanma, gerçek dünya bağlantıları yapma ve çözümlerin uygunluğunu değerlendirmedir. İletişim, etkinliği tamamlamada hayati önem taşımıştır. Her grup kendi çözüm stratejisinin doğruluğuna diğerlerini inandırmak için tüm sınıfla görüşlerini paylaşmıştır. Sunumlardan sonra her gruba çözümlerini gözden geçirmeleri için fırsat verilmiştir. İki grup düşüncesini grup 3 ve grup 7 ile uyumlu olacak şekilde değiştirmiştir. Çalışmanın sonunda öğretmen adaylarının etkinlikler konusundaki izlenimleri alınmıştır. Öğretmen adaylarını kendi öğretmenlik yaşantılarında benzer bir etkinliği kullanmak istediklerini belirtmişlerdir. Buna neden olarak matematiğin bir gerçek hayat uygulaması olduğunu, farklı konuların entegre edildiğini, uğraştırıcı, interaktif, eğlenceli ve açık uçlu olduğunu, kimsenin doğru yanıtı bilmediğini söylemişlerdir. Bu durumun model-ortaya çıkarma etkinliklerinde sıkça rastlanan bir oluşum olduğu (Lesh, Carmona ve Moore, 2009; akt. Stohlmann, 2013) tarafından belirtilmiştir. Ses kayıtları ve alan notları etkinlik süresince analiz edilmiştir. Ses kayıtlarında yer alan diyaloglarında problemin bağlamı ve öğretmen adaylarının sahip oldukları ön bilgi ve deneyimlerine dayalı problem çözmelerinin en iyi yol olduğu bulunmaktadır.

Stohlmann öğretmen eğitim programlarının, öğrencilerin yenilik getirme, sentezleme, uyarlama ve iletişim becerilerini geliştirecek şekilde ilköğretim öğretmenlerini hazırlaması gerektiğine işaret etmiştir. Model-ortaya çıkarma etkinlikleri ile matematiksel modellemenin bu becerilerin gelişimini hızlandıracağını vurgulamıştır. Bu becerilerin geliştirilmeye başlanmasına ilkokul yıllarında başalanması gerektiğini ifade etmiştir. Bunun için de öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ile ilgili olumlu deneyimler yaşamalarının önemi ortaya konmuştur. Ayrıca yaratıcılığın 12. sınıf itibariyle son dört yıla kıyasla azaldığı, buna göre öğrencilerin gerçekçi ve açık uçlu modelleme problemleri ile yaratıcılıklarının arttırılması yönünde daha fazla imkana sahip olmaları önerilmiştir. Böylece öğrencilerin 21. yüzyılın zorlukları ile baş etmede matematik bilgi ve becerileri yönünden güçlü ve donanımlı olmalarının sağlanacağı öne sürülmüştür.

Borromeo-Ferri ve Blum (2013), Almanya eğitim standartları içinde ilkokul matematiğinde matematiksel modellemenin merkezi bir yetkinlik olmasına rağmen hala pek çok ilkokul öğretmeni sınıf içinde modellemeyle nasıl başa çıkacaklarını bilmediklerini, derslerine modellemeyi dâhil etmekten korktuklarını tespit etmişlerdir. Bu durumun gerek hizmet içi eğitim programları gerekse sınıf içi gözlemler yoluyla ortaya çıktığını ifade etmişlerdir. Bu amaçla ilkokul öğretmenlerinin matematik derslerinde modellemeyi uygularken karşılaştıkları başlıca engelleri ve de motivasyonlarını araştırmak üzere nicel bir çalışma yapmışlardır. Araştırmacılar kendi anketlerini geliştirirken Schmidt' in (2010a, 2010b), modellemenin öğretiminde ilgili engelleri ve motivasyonları tekrar yapılandırmasına neden olan deneysel çalışmalarının bulgularına dayalı olarak geliştirdiği anketi temel almışlardır, ancak anketi ilkokul öğretmenlerine uygulayacakları için birtakım değişiklikler yapmışlardır.

Araştırmacılar Şekil 3.1' de verilen "Öner ve Kullan Modeli" ni teorik çerçeve olarak kabul etmişlerdir. Çünkü bu modelin kategorileri (öğretmen, eğitim, bağlam, başarı potansiyeli, öğrenme etknlikleri, çıktı, kişisel geçmiş) kendi ölçeklerinin yapısı için temel teşkil etmiştir. Veri toplama aracı olarak 43 maddeden oluşan 14 boyutlu bir anket geliştirmişlerdir. Ankette bir de modelleme problemleri ile ilgili kişisel deneyimlerin ve yorumların alınacağı açık uçlu madde bulunmaktadır. Yaş, öğretim yılı, üniversitede çalışılan konular ve modelleme deneyimleri ile ilgili demografik sorular da bulunmaktadır. Boyutlar ise bağlam, farklılaştırma, zaman, öğretmenin rolü, ders planlama, çocukların motivasyonu, materyal, yaratıcılık, bağımsızlık, aşırı talep, değerlendirme, matematik derslerinde uzun dönemli etkiler, gerçek hayatta matematiği kullanma ve matematik derslerinin ötesinde uzun dönem etkileridir. Anketin yanıtlanması 3’ lü likert tipinde şiddetle katılıyorumdan katılmıyoruma şeklindedir. Her bir boyuttaki madde sayıları 2 ile 6 arasında değişmektedir.



Şekil 3.1: Öner ve Kullan Modeli (Helmke, 2006; akt. Borromeo-Ferri ve Blum, 2013)

Bu çalışmada kullanılan anketin sadece öğretmenin kişiliğine odaklandığını unutmamak gerekir. Dolayısıyla anket sadece modellemeye ilişkin tutumlar ve öznel fikirler hakkında geri bildirim sunmaktadır. Anket kullanılmadan önce ilkokul öğretmenleri ile pek çok kez üzerinde tartışılmıştır ancak yeterli düzeyde bir güvenirlik analizi yapılmamıştır. Veriler Mart 2012-Nisan 2012 arasında 64’ ü bayan 7’ si erkek 71 ilkokul öğretmenin katılımıyla toplanmıştır. Öğretmenler 16 Alman devletinin 8’ inden ve kolay örnekleme ile seçilmiştir. Öğretmenlerin yaş ortalaması 44’ tür. 43 öğretmen üniversitede matematik eğitimi almıştır. Derslere modellemenin dâhil edilmesi yönünde 20’ si asla, 37’ si nadiren, 9’ u ayda bir, 7’ si ise haftada bir olmak üzere görüş bildirmiştir. Veriler, Vroom’ un (1964) geliştirdiği “Beklenti Teorisi” ya da “VIE-Teorisi” kullanılarak analiz edilmiştir.

Sonuçlar ilkokul öğretmenleri için üç temel engel olduğunu göstermiştir: 1. materyal eksikliği; 2. zaman baskısı; 3. değerlendirmedir. Öğretmenlerin % 50' si için zaman bir engeldir. Diğer % 28' i için farksızken %22si için zaman motive eden bir değişkendir. Öğretmenlerin % 42' si için materyal bir engel teşkil eder. Yine %17' si için motive edici bir durumdur. Öğretmenlerin değerlendirme hakkındaki görüşleri ise farklılaşmaktadır. Araştırmacıların beklentisinin aksine aşırı talep ve ders planlama değişkenleri öğretmenler için uyarıcıdır.

Zaman, modelleme konusunda deneyimli öğretmenler için deneyimsiz öğretmenler kadar güçlü bir engel değidir. Zaman problemi bazıları için modelleme problemleri ve olası karmaşıklığı ile ilgili olarak bir önyargı olarak düşünülebilir. Öğretmenlerin öncelikleri farklı olabilir, nitekim bazıları modelleme için zaman ayırırken bazıları bu tür etkinlikleri kullanmak istememektedirler. Değerlendirme çoğu öğretmen için bir engeldir. Matematik konusunda mesleki eğitim almayan öğretmenler için daha güçlü bir engeldir. Matematik eğitimi almayan öğretmenler tek yanıtlı görevlerden memnun olurken alanda uzmanlaşan öğretmenler açık uçlu problemler üzerinde çaşılan ve çok sayıda çözüm üreten öğrencileri değerlendirebilirler. Materyal örneklemin ana kısmı üzerinde etkili bir engeldir. Engellerin yanı sıra modelleme için motive edici nedenler de bulunmuştur. Bunlar; çocuklara öz bağımlılık, yaratıcılık, matematik derslerinde uzun dönemli etkiler, gerçek hayatta matematiği kullanma, matematik derslerinin ötesinde uzun dönemli etkiler ve özellikle olumlu yönde değerlendirilen öğretmen rolündeki değişikliklerdir. Çalışma derslerinde matematiksel modellemeyi gerçekleştiren ilkokul öğretmenlerinin görüşleri ve tutumları hakkında fikir vermektedir. Öğretmenlerin verdiği yanıtlar modelleme etkinliklerinin ve modelleme problemlerinin yararlı olduğunu ortaya koymuştur. Uygun mesleki gelişim etkinlikleri ile bu engellerin azaltılabileceği önerilmiştir.

3.2 Türkiye' de Yapılan Araştırmalar

Özcan (2005) çalışmasında 6., 7., 8. sınıf öğrencilerinin problem çözme stratejilerini ve matematiksel modelleme stratejisinin bu stratejiler içerisindeki yeri ve önemini belirlemeyi amaçlamıştır. 6. sınıflarda öğrencilerin problemleri çözerken daha fazla kullandıkları problem çözme stratejileri; tahmin ve kontrol stratejisi, tahmin etme stratejisi, geriye doğru çalışan stratejisi iken 7. sınıflarda öğrencilerin problemleri çözerken daha fazla kullandıkları problem çözme stratejisi geriye doğru çalışma stratejisidir. 8. sınıflarda ise sistematik liste yapma stratejisi, tahmin etme stratejisi, geriye doğru çalışma stratejisi, elemine etme stratejisi en çok kullanılmaktadır. 6., 7., 8. sınıflardaki öğrencilerin problemleri çözerken kullandıkları problem çözme stratejileri yüzdeleri düşük çıkmakla birlikte en düşük yüzdeye sahip problem çözme stratejisi matematiksel modelleme stratejisi olarak bulunmuştur.

Kaf (2007), modellerle desteklenen cebir öğretimi ile modellerin kullanılmadığı cebir öğretiminin altıncı sınıf öğrencilerinin cebir erişilerine etkisini ve yeni programın uygulanmaya başladığı 6. sınıflarla, eski programla öğretime devam edilen 7. sınıfların cebir erişilerinde programla ilgili bir fark olup olmadığını araştırmıştır. Öğrencilerin cebir başarılarını değerlendirmek amacıyla, araştırmacı tarafından geliştirilen ve 15 sorudan oluşan Cebir Başarı Testi kullanılmıştır. Araştırmanın sonunda, matematikte model kullanımının cebir erişisini arttırdığı yönünde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuş olmasına karşın cinsiyetler ve matematik programı açısından incelendiğinde farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı sonucuna varılmıştır.

Aydın (2008) çalışmasında Londra' da matematik öğretmenlerinin derslerinde hareketli nesne modellemesi ve teknoloji ile modelleme kullanımları ve aynı yöntemle öğrencilerin matematik derslerinde ve öğrendikten sonra derste yaptıkları modellemeyi gerçek hayatlarında kullanıp kullanmadıkları araştırılmıştır. Çalışma grubunu; ikisi İngiliz ve Londra'da değişik okullarda çalışan orta kısım matematik öğretmeni ve biri Türk ve ilk kısım öğretmeni olmak üzere üç öğretmen ve Londra' da değişik okullarda okuyan üç Türk öğrenci oluşturmaktadır. Fenomenografi araştırma yöntemi kullanılarak toplanan veriler analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda; Londra'da; öğrencilerin derste öğrendikleri matematik bilgilerini gerçek hayatta kullanamadıkları, öğretmenlerin teknoloji modellemesini derste kullanmalarına rağmen sonuçlarından memnun olmadıkları ortaya çıkmıştır. Öğrenciler teknoloji modellemesinin kendilerini tembelliğe ittiğini ifade etmişlerdir. Öğretmenler eğitim ve öğretim üzerindeki birtakım engellerden dolayı matematik derslerinde gerçek hayatla yeterince bağlantılı ders anlatamadıklarını belirtmişlerdir. Bununla birlikte öğrenciler de matematik derslerinin gerçek hayatla bağlantılı anlatılmadığını vurgulamışlardır.

Kertil' in (2008) çalışması matematik öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin matematiksel modelleme sürecinde nasıl ortaya çıktığını ve bu becerilerin farklı çalışma ortamlarında ne gibi farklılıklar gösterdiğini ortaya koymaktadır. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular öğretmen adaylarının modelleme etkinlikleri sürecinde problem çözme becerilerinin yeteri kadar iyi olmadığını göstermiştir. Öğretmen adaylarının problemin çözümü için hedefi belirginleştirme, bir matematiksel model seçme ve uygulama, grafik gösterimlerden yararlanma gibi modelleme sürecinin bazı aşamalarında zorlandıkları belirlenmiştir. Görüşme bulguları öğretmen adaylarının modelleme etkinliklerine çok yabancı olduklarını ortaya koymakla birlikte sürecin öğretmen adaylarının problem çözmeye bakış açılarına önemli katkılar sağladığı tespit edilmiştir. Çalışmanın sonucunda lise programında modelleme etkinliklerinin kullanılabilmesi için öncelikle öğretmenlerin bu yaklaşımın gerektirdiği donanıma sahip olması gerektiği varsayımı ile öğretmen yetiştirme programlarında öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerini geliştirmeye yönelik bir eğitimin var olmasının gerekliliği ortaya çıkmıştır

Özer-Keskin (2008) tarafından yapılan çalışmada öğretmen adaylarının matematiksel modelleme bilgi, beceri ve görüşlerini incelemek amaçlanmıştır. Bir devlet üniversitesinin ortaöğretim matematik öğretmenliği 3. sınıf öğretmen adaylarından 21 kişi ile matematiksel modelleme üzerine, bir dönem boyunca ders yapılmıştır. Uygulama öncesinde ve sonrasında öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ile ilgili görüşleri ve yetenekleri hakkında bilgi sahibi olmak amacıyla ön ve son matematiksel modelleme görüş anketleri uygulanmıştır. Ayrıca ön ve son matematiksel modelleme beceri testleri uygulanmıştır. Ayrıca 5 öğretmen adayı ile ön ve son görüşmeler yapılmıştır. Görüşlerinin incelenmesi sırasında fenomenografik yöntem kullanılmıştır. Analitik dereceli puanlama anahtarı ile matematiksel modelleme beceri testinden aldıkları puanlar belirtilmiştir. Son matematiksel modelleme beceri testinde genel olarak ön matematiksel modelleme beceri testinden daha başarılı oldukları söylenebilir. Uygulama sonunda öğretmen adaylarının son matematiksel modelleme görüş anketi ve görüşmelere verdikleri yanıtlara göre ilk duruma göre gelişme olduğu söylenebilir. Anketlerdeki öğrenci görüşleri dikkate alınarak, üniversitelerin eğitim fakültelerindeki öğretmen adaylarının kendi meslek yaşamlarında kullanabilmeleri için öğretim programında matematiksel modellemeye yer verilmesinin uygun olacağı, bir ders olarak değil de tüm derslerin içinde matematiksel modellemeye yer verilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Ayrıca üniversitede matematiksel modellemenin kullanılabileceği her ders için öğrencilere matematiksel modelleme ile ilgili proje verilmesinin yararlı olacağı, anaokulundan ortaöğretime kadar eğitimin her aşamasında seviyeye uygun modelleme etkinliklerine yer verilmesinin gerekli olduğu belirtilmiştir.

Ertuğrul' un (2009) çalışması yeni ilköğretim matematik dersi öğretim programında yer alan tam sayılarla ilgili etkinliklerin 6.sınıf öğrencilerinin başarılarına olan etkisini belirlemek amacıyla yapmıştır. Araştırmanın örneklemini Konya ilindeki iki adet şehir merkezi, iki adet ilçe ve iki adet kasaba ilköğretim okulu olmak üzere toplam 6 ilköğretim okulu oluşturmaktadır. Bu okullardan seçilen toplam beş öğretmen iki hafta boyunca belirlenen plan ve etkinlikleri uygulamıştır. Bu araştırma için uygulanan ön test, etkinlikler ve son test araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. Araştırmada ön teste toplam 176, son teste toplam 181 öğrenci katılmıştır. Elde edilen veriler sonucunda, öğrencilerin alacak-borç, sıfırın altı-sıfırın üstü, denizin altı-denizin üstü gibi durumları tam sayıları kullanarak ifade ederken, tam sayıları sayı doğrusuna yerleştirirken, bir tam sayının mutlak değerini bulurken ve tam sayılarla toplama işlemini yaparken herhangi bir sorunla karşılaşmadıkları tespit edilmiştir. Ancak öğrencilerin tam sayıları ve mutlak değer içindeki tam sayıları sıralarken ve tam sayılarla çıkarma işlemini yaparken zorlandıkları görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin pullarla modellenen toplama ve çıkarma işlemlerine ait matematik cümlesini yazarken; eksilen pulda çıkan kadar pul olduğunda yapılabilecek çıkarma işleminin matematik cümlesi dışında zorlandıkları ve tam sayıları ihtiva eden bir matematik cümlesine ait bir model ve problem yazmada ciddi güçlüklerinin olduğu tespit edilmiştir.

Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme sürecindeki performanslarını ve sürece ilişkin görüşlerini inceleyen Türker, Sağlam ve Umay (2010) 30' u ilköğretim matematik, 30'u ortaöğretim matematik olmak üzere 60 matematik öğretmen adayı ile çalışmıştır. Dört modelleme etkinliği öğretmen adaylarına bir saat içinde sunulmuştur. Öğretmen adaylarının vermiş oldukları yanıtlar modelleme basamaklarına göre analiz edilmiştir. Burada yüksek ve düşük başarı gösteren öğretmen adayları ile yarı-yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Öğretmen adaylarının doğrudan matematiksel veri içermeyen gerçek yaşam durumlarını matematikselleştirmede zorlandıkları gözlenmiştir. Görüşme verilerinden elde edilen bir diğer sonuç ise öğretmen adaylarının derslerde matematiksel modelleme yapılabilecek konulara yer verilmesi gerektiği yönünde görüşe sahip olmalarıdır.

Bukova-Güzel ve Uğurel (2010) tarafından yapılan çalışmada ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının Analiz-I dersindeki akademik başarıları ile matematiksel modelleme yaklaşımları arasındaki ilişki incelenmiştir. Çalışmaya 12 öğretmen adayı katılmıştır. Öğretmen adaylarının seçiminde bu ders kapsamında yapılan sınavlar etkili olmuştur. Sınav sonuçlarına göre yüksek, orta ve düşük başarı gösteren her gruptan dörder öğrenci seçilmiştir. Trigonometri, fonksiyon, limit, süreklilik ve türev kavramları ile ilgili modelleme etkinliklerine çalışmada yer verilmiştir. Veriler modelleme basamakları dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Basamakların gerçekleştirilip gerçekleştirilmediğini gözlemlemek amacıyla 4 tip puanlamanın yapıldığı dereceli puanlama anahtarı kullanılmıştır. Verilerin analizi sonucunda akademik başarının matematiksel modelleme yaklaşımlarını etkilediği ve modelleme becerisinin geliştirilmesinde gerekli olduğu fakat yeterli olmadığı ortaya konmuştur.

Yağcı (2010) tarafından yapılan çalışmada somut modellerle gerçekleştirilen öğretimin 8. sınıf öğrencilerinin olasılık başarısına ve olasılığa yönelik tutumlarına etkisini incelemek ve uygulamaya katılan öğrencilerin somut modellerle öğretim hakkında görüşlerini araştırmak amaçlanmıştır. Çalışmaya, özel ilköğretim okulunda öğrenim gören 12 sekizinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Veriler olasılık başarı testi ve olasılığa yönelik tutum ölçeği ile toplanmıştır. Uygulama haftada dört saat olmak üzere dört hafta sürmüştür. Uygulama sonrasında 11 öğrencinin somut modellerle işlenen dersler hakkında görüşleri alınmıştır. Verilerin analizi sonucunda öğrencilerin olasılık başarısında uygulama öncesinden uygulamanın hemen sonrasına ve uygulama öncesinden uygulamadan belirli bir zaman sonrasına kadar olan zamanda istatistiksel olarak anlamlı olumlu yönde bir değişim olduğu tespit edilmiştir. Öğrencilerin olasılığa yönelik tutumlarında 3 zaman periyodu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı ortaya çıkmıştır. Çoğu öğrencinin somut modellerle yapılan öğretimin hem olasılık başarısı hem de derse ilişkin tutumlar üzerinde olumlu etkileri olduğunu düşündükleri görüşmeler yoluyla elde edilmiştir.

Özturan-Sağırlı (2010) tarafından yapılan çalışmada matematiksel modelleme yönteminin 12. sınıf öğrencilerinin türev konusundaki genel türev başarılarına, matematiksel modelleme performanslarına ve öz-düzenleme becerilerine etkisi ve matematiksel modelleme yöntemi ile ilgili duygu ve düşünceleri araştırılmıştır. Öğrenciler matematiksel modelleme yönteminde kullanılan problemlerin sıra dışı olduğunu ve daha fazla yorum gerektirdiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca, matematiksel modelleme yönteminin matematiği daha somut olarak günlük hayatlarında görebilmelerine, düşünme ve yorum güçlerini geliştirmelerine ve ezbercilikten kurtulmalarına katkıda bulunduğu görüşüne sahip öğrenciler bulunmaktadır.

Ünveren (2010) tarafından çalışmada ilköğretim matematik öğretmen adaylarının ispata yönelik tutumları matematiksel modelleme sürecinde araştırılmıştır. Araştırmanın sonucunda; öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ile gerçekleştirilen ispatlarda daha yüksek tutum puanlarının olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının matematiksel modellemenin matematik eğitiminde kullanılmasının gerektiğini ve ispat öğretiminin anlamlı, kolay ve etkili olmasında da matematiksel modellemenin kullanılmasının önemini belirttikleri görülmüştür.

Şandır’ ın (2010) çalışmasında matematik öğretmen ve öğretmen adaylarının tasarladıkları ve uyguladıkları modellemelere ait süreçler incelenmiştir. Üçü çalışan ve üçü öğretmen adayı, toplamda 6 öğretmen bu çalışmanın katılımcılarıdır. Öğretmen adayları ve öğretmenlere iki kavrama ait ders planı hazırlatılmış, ardından ders planları incelenmiş ve sınıfta bu ders planlarından birine ait ders gözlemi yapılmıştır. Bu ders planlarından ve gözlemden belirlenen modellemeler ve kullanıldığı ders planı aşamaları ile ilgili veriler üzerinden modellemenin hazırlık ve uygulama süreci ile ilgili bir görüşme yapılmıştır. Öğretmen adaylarının bu süreçte ilk olarak modeli kullanma amacını belirledikleri, bu amaca yönelik olarak modelleme türüne karar verdikleri ardından da farklı kaynakları tarayarak amaçları doğrultusunda modelleme bulmaya çalıştıkları belirlenmiştir. Bu seçim sürecine etki eden bazı faktörlerin olduğu ortaya konmuştur. Bu faktörler kişiye özgü öğretme ve öğrenme eğilimleri ve pedagojik içerik bilgilerinin diğer bileşenleri ile ilgili düzeyleridir. Ayrıca modelleme sürecindeki her bir adım ve bu sürece etki eden faktörler için eksensel bir yapı ortaya konmuştur. Bu eksensel yapıda katılımcıların hangi tür modelleme kullandıkları, bu modellemeleri dersin hangi safhasında ve hangi amaçla kullanmayı planladıkları, modelleme tasarlamak/bulmak için hangi kaynaklara başvurdukları ve bu modellemelerin seçimi sürecinde etki eden faktörlerin neler olduğu ile ilgili tüm olası durumlar ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

Korkmaz' ın (2010) çalışmasında ilköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarına modeller ve matematiksel modelleme bakış açısını tanıtmak, uygulama öncesi ve sonrasında görüşlerinin ve tutumlarının değişip değişmediğini incelemek ve matematiksel modelleme yeterliliklerini belirlemek amaçlanmıştır. Çalışmada Modeller ve Modelleme Anketi, Matematik Tutum Ölçeği, Isınma Problemleri ve açık uçlu problemlerden oluşan iki ayrı etkinlik kullanılmıştır. Çalışmanın sonunda öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrasında modeller ve modelleme görüşlerinde ve matematik dersine karşı tutumlarında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmiştir. Bununla birlikte, ilköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adayları arasında matematiksel modelleme yeterlikleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Matematiksel modelleme sürecinde öğretmen adaylarının güçlükler yaşadığı ve bunu yapılan görüşmelerde de dile getirdikleri saptanmıştır. Öğretmen adayları modellemenin karmaşık ve uzun süren bir süreç olduğu halde bu süreci yaşamaktan keyif aldıklarını ve matematiğin günlük yaşamdaki öneminin farkına vardıklarını belirtmişlerdir.

Doruk (2010) çalışmasında matematiksel modelleme etkinliklerinin, öğrencilerin matematik dersinde öğrendiklerini günlük yaşama transfer etme becerilerinin gelişimine etkisini incelemiştir. Araştırma alt sosyo-ekonomik düzeyden öğrencilerin devam ettiği bir devlet okulunun 6. ve 7. sınıfları üzerinde, 116 öğrenciyle yürütülmüştür. Araştırmanın bir sonucu olarak her iki sınıf düzeyinde de, matematiksel modelleme etkinlikleri kullanılan grupların, günlük yaşam problem durumlarında matematikten yararlanma, günlük yaşamlarında matematik dilini kullanma ve matematikle günlük yaşamı ilişkilendirme düzeyleri, bu etkinliklerin kullanılmadığı gruplardan yüksek olduğu belirlenmiştir. 6. sınıf deney grubuyla, 7. sınıf deney grubunun matematiği günlük yaşama transfer edebilme düzeylerindeki artışları arasında anlamlı bir fark bulunamamış, bu nedenle matematiksel modelleme etkinliklerinin okulda öğrenilen matematiği günlük yaşama transfer etmeye etkisinin sınıf düzeyine bağlı olmadığı sonucuna varılmıştır. Görüşme bulgularında öğrencilerin matematiksel modelleme etkinlikleriyle çalışmalarından sonra günlük yaşam ve matematik arasındaki bağla ilgili düşüncelerinde olumlu yönde gelişmeler olduğu belirlenmiştir. Ayrıca etkinlikler süresince matematik dersinde başarı düzeyi düşük öğrencilerin de modelleme sürecine etkin bir şekilde katıldıkları ve başarıyla model geliştirme sürecini tamamlayabildikleri gözlemlenmiştir.

Kant' ın (2011) çalışmasında ilköğretim 8. sınıf öğrencilerinin model oluşturma etkinlikleri yardımıyla model oluşturma süreçlerinin incelenmesini ve bu süreçlerde karşılaşılan güçlükleri ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Araştırma alt sosyo-ekonomik düzeyden öğrencilerin öğrenim gördüğü bir devlet okulunun 8. sınıflarıyla yürütülmüştür. İki şubede yer alan toplam 50 öğrenciye ayrı ayrı altı hafta süreyle grup çalışması şeklinde model oluşturma etkinliği uygulanarak ön çalışma süreci gerçekleştirilmiştir. Ön çalışmanın ardından çalışmada yer alacak altı öğrenci her şubeden üçer kişi olmak üzere ölçüt örnekleme yöntemiyle belirlenmiştir. Oluşturulan iki odak gruba model oluşturma etkinliği olarak Voleybol Problemi verilerek üzerinde çalışmaları istenmiş ve tüm süreç video ile kayıt altına alınmıştır. Daha sonra öğrencilerin model oluşturma sürecinde geliştirdikleri matematiksel düşünceleri ve ortaya koydukları yazılı cevaplar Stillman, Galbraith, Brown ve Edwards'ın (2007) teorik çerçevesi kullanılarak nitel olarak analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda gruplardan elde edilen bulgulara göre ilköğretim sekizinci sınıf öğrencileri model oluşturma sürecinin: (1) karmaşık gerçek yaşam durumundan gerçek dünya problem ifadesine geçiş aşamasında problemi anlama ve nitel bileşenleri nicelleştirme, (2) gerçek dünya problem ifadesinden matematiksel model oluşturma aşamasına geçişte değişkenleri birbiri ile ilişkilendirme, ana değişkeni belirleme, varsayımlarda bulunma ve bu varsayımlardan hareketle uygun modeli oluşturma, (3) matematiksel modelden matematiksel çözüm aşamasına geçişte matematikleştirme, (4) model oluşturma sürecinin matematiksel çözümden çözümün gerçek dünyadaki anlamına geçiş aşamasında gerçek hayatla matematik arasında bağlantı kurma, (5) çözümün gerçek dünyadaki anlamından modelin gözden geçirilip düzeltilmesi veya çözümün kabulü aşamasına geçişte modelin geçerliliğini sağlama ve (6) modelin gözden geçirilip düzeltilmesi veya çözümün kabulünden rapor aşamasında gerçek duruma uygun alternatif modeller geliştirme ve var olan modeli geliştirme noktasında güçlüklerle karşılaşmışlardır.

Taşova' nın (2011) çalışmasında matematik öğretmen adaylarının sahip olduğu analitik, geometrik ve harmonik düşünme yapılarının modelleme etkinliklerindeki görselleme sürecini nasıl etkilediği ve bu durumun bireysel veya grup şeklinde çalışıldığında nasıl değiştiği araştırılmıştır. Modelleme sürecindeki becerilerin belirlenmesinde Matematiksel Modelleme Testi, uzamsal yeteneklerin belirlenmesinde Zihinde Döndürme ve Uzamsal Görselleme Testi, düşünme yapılarının belirlenmesinde ise Matematiksel Süreç Aracı kullanılmıştır. Ayrıca öğretmen adayları ile yapılan yarı-yapılandırılmış görüşmeler ile düşünme yapılarının sürece olan etkileri ve çözüm sürecinde yapılan hataların nedenleri daha ayrıntılı olarak araştırılmıştır. Çalışmada kullanılan veri toplama araçlarından elde edilen bulgulardan, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yapabilme becerilerinin yeterince gelişmediği, uzamsal görselleştirme yeteneğinin zihinde döndürme yeteneğine göre daha zayıf olduğu, zihnin görsel-resimsel bileşenlerini sözel-mantıksal bileşenlerine göre büyük oranda daha az tercih ettikleri sonucuna ulaşılmıştır. Modelleme etkinlikleri ve görüşmelerden elde edilen sonuçlara bakılırsa, geometrik düşünen adayların çözüm sürecinde farklı perspektiflerden yaklaşarak, zihnin görsel-resimsel bileşenlerini soyut/matematiksel kavramlarla birlikte yürütmesinden dolayı, modelleme etkinliklerinde yüksek performans gösterdikleri tespit edilmiştir. Ayrıca çözüm sürecinde gerçekçi bir şekil, model, grafik oluşturulması beklenen etkinliklerde geometrik düşüme yapısına sahip öğretmen adaylarının daha başarılı olduğu, analitik düşünme yapısına sahip öğretmen adaylarının ise çözüm sürecinde bir fonksiyon, denklem veya bir cebirsel ilişki kurmaları beklenen etkinliklerde daha başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Eraslan (2011) tarafından ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının model oluşturma etkinliklerinin matematik öğrenimine etkisi hakkındaki görüş ve değerlendirmelerinin araştırıldığı çalışmada; öğretmen adayları model oluşturma etkinliklerinin belirsizliği, matematik öğrenimine pozitif katkıları olduğu, ilköğretim ve diğer seviyelerde kullanılabilirliği ve etkili şekilde kullanılma biçimlerini ifade etmişlerdir. Bunun yanı sıra bu tür etkinliklerin hem yararlılıkları hem de sınırlılıkları ve zorlukları ortaya konmuştur. Araştırmacı model oluşturma etkinliklerinin matematik öğrenimine pozitif katkıları olduğunu ilköğretim matematik öğretmen adaylarının '*yorum getirme*', '*yeni bir düşünce ortaya koyma*', '*farklı boyutlardan bakabilme*', '*farklı şekilde düşünme',* '*kendini ifade etme*', '*empati kurma*', 's*osyalleşme*' ve '*mesleki eğilimlere yöneltme*' şeklinde belirttiklerini ifade etmiştir.

Tekin-Dede ve Bukova-Güzel (2011) tarafından yapılan çalışmada da matematiksel modelleme hakkında bilgi sahibi olmayan ortaöğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modellemeye ilişkin görüşleri incelenmiştir. Ortaöğretim matematik öğretmenlerinin çoğunun matematiksel modellemenin anlamını tam olarak bilmedikleri, ortaöğretim matematik dersi öğretim programının içeriğinde matematiksel modellemeye nasıl ve ne ölçüde yer verildiğini bilmedikleri ve derslerinde daha önce matematiksel modellemeyi kullanmadıkları sonuçları ortaya çıkmıştır.

Kandemir (2011) tarafından çalışmada matematiksel modelleme etkinliklerinin ortaöğretim 11. sınıf fen lisesi öğrencilerinin duyuşsal özelliklerine, problem çözme becerilerine ve matematik eğitiminde teknolojinin kullanımına ilişkin düşüncelerine etkisi araştırılmıştır. Araştırmanın sonunda öğrencilerin matematiğe karşı tutumlarında, matematik kaygılarında, matematiksel inançlarında, bilgisayar ve bilgisayar kullanımına karşı tutumlarında uygulama öncesi ve sonrasında anlamlı bir farklılık gözlenmezken problem çözmede hesap makinesinin kullanımına yönelik düşüncelerinde anlamlı farklılık gözlenmiştir. Anlamlı farklılık deney grubu lehinedir. Öğrenciler ilk kez matematiksel modelleme problemi çözdüklerini belirtmişler, matematiksel modelleme problemlerini açık uçlu, meydan okuyucu gerçek yaşam problemleri olarak algılamışlardır. Matematiksel modelleme etkinliklerine yönelik olumlu tutum göstermişler, matematik eğitiminde matematiksel modelleme etkinliklerinin olması gerektiği görüşünü benimsemişlerdir. Hesap makinelerini ve bilgisayarları matematiksel modelleme sürecinde bilişsel kolaylaştırıcılar olarak görmüşlerdir. Matematiksel modelleme etkinlikleri öğrencilerin problem çözme ve yaratıcı problem çözme becerilerini geliştirmiştir.

Çiltaş (2011) tarafından yapılan çalışmada dizi ve seriler konusunda matematiksel modelleme yöntemi ile öğrenim gören ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme becerilerini ve bu yöntemin öğrenmeye etkisini incelemek amaçlanmıştır. Çalışmanın hazırlık aşaması sonunda, öğretmen adaylarının dizi ve seriler konusundaki kavramlarda öğrenme güçlüklerinin olduğu ve bu kavramlara yönelik herhangi bir zihinsel model oluşturamadıkları belirlenmiştir. Bu doğrultuda hazırlanan etkinlikler ve çalışma planı ile araştırmanın ikinci aşaması sürdürülmüş ve öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ile ilgili bilgi, beceri ve görüşlerinde önemli ölçüde bir değişimin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca uygulanan öğretim yönteminin başarıya ve belirlenen öğrenme güçlüklerini gidermeye yönelik etkisinin olduğu belirlenmiştir.

Taşova ve Delice (2011) çalışmalarını öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerini belirlemek ve bu yeteneklerin matematiksel modelleme görevlerindeki performansları üzerine etkilerini araştırmak üzere yapmışlardır. 75 öğretmen adayı çalışmaya katılmıştır. Çalışmada modelleme görevlerine verilen yanıtlar, doğru, kısmen doğru, yanlış ve yanıt yok/boş olmak üzere 4 şekilde kategorize edilmiştir. Buna göre öğretmen adaylarının performansı düşük, orta ve yüksek olarak tespit edilmiş. Sonuçlar öğretmen adaylarının neredeyse yarısının üst düzeyde uzamsal yeteneklere sahip olduklarını göstermiştir. Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yetenekleri yeterli düzeyde gelişmemiştir ve uzamsal görselleştirme yetenekleri zihinsel döndürme yeteneklerinden daha zayıftır. Yüksek uzamsal yeteneklere sahip öğretmen adaylarının modelleme görevlerinde daha iyi performans gösterdikleri görülmüştür. Bunun yanı sıra öğretmen adaylarının matematiksel bilgilerini kullanarak gerçek yaşam durumlarını yorumlamada ve matematiksel modellemede zorluk yaşadıkları gözlenmiştir. Bu bağlamda araştırmacılar öğretmen eğitiminin matematiksel modelleme becerilerini geliştirecek şekilde amaçlar içermesini ve bu becerilerin matematiksel modelleme görevlerini yapılandırmalarına imkân vermesini önermişlerdir.

Aydoğan-Yenmez (2012) doktora tez çalışmasında amaç öğretmenlerin bilgilerindeki gelişimi, modelleme perspektifine uyumlu olan ders planı hazırlama üzerine dizayn edilmiş mesleki gelişim ve eğitim etkinliklerine katılımları sürecinde incelemektir. Hizmet içi öğretmen eğitimi programı döngüsel bir süreç içermektedir. Bir ay süren, her döngü modelleme aktivitelerinin uygulanmasından önce yapılan toplantıları, aktivitelerin uygulanmasını ve uygulama sonrası toplantıları içermektedir. İki devlet okulunda uygulanan çalışma beş ay sürmüştür. Çalışmanın katılımcıları her iki okuldan amaçlı örneklem yöntemiyle seçilen 4 matematik öğretmenidir. Bu çalışmada nitel araştırma desenlerinden durum çalışması kullanılmıştır. Çalışmanın veri analizi durum odaklı ve karşılaştırmalı durum analizi yaklaşımları ile veri toplarken ve veri toplandıktan sonra olmak üzere iki ana aşamada gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmanın, mesleki gelişim ve eğitim etkinlikleri, öğretmenlerin modelleme perspektifinden matematik öğretim modellerinin gelişmesine imkân sağlayan öğrenme ortamları sunduğu gibi, araştırmanın sonuçları hizmet içi öğretmen eğitiminin öğretmenlerin pedagojik alan ve pedagojik bilgilerindeki gelişime, alan yazındaki teorik ve deneysel köklere dayanan pozitif bir etkisinin olduğunu göstermektedir.

Koylahisar-Dündar (2012) yüksek lisans tez çalışmasında birinci amaç özdeşliklerde model kullanımının ne ölçüde kullanıldığını ortaya çıkarmak ve öğrencilerin bu noktada yaşadıkları sıkıntıları tespit etmektir. İkinci amaç ise özdeşlikleri modellerle açıklama sırasında yaşadıkları sorunlar ışığında origami yardımı ile modeli uygulamaktır. İki devlet okulunun 8. Sınıf öğrencileriyle yürütülen çalışmada günlükler, açık uçlu sorulardan alınan yanıtlar ve origami görüş bildirme anketi veri toplama araçları olarak kullanılmıştır. Ön test sonuçlarına göre özdeşliklerin modellemesine dair eksik hatta çoğu zaman kullanılmayan modellerin origami ile işlenen ders sonrasında farklılaştığı ortaya çıkmıştır. Özellikle ilk başta cebir- geometri ilişkisini kuramayan öğrenciler origami ile farklı bir bakış açısı geliştirmişlerdir. Çalışma sonrasında ayrıca cebir geometri ilişkisinin kurulması ile öğrenci bilgiyi kendi zihninde daha anlamlı hale getirmeyi başarmıştır.

Özgün (2012) tarafından yapılan yüksek lisans tez çalışmasında ilköğretim matematik öğretmen adaylarının problem çözme sürecinde ürettiği matematik modelleri bilişsel ve kavramsal boyutları itibariyle incelenmiş ve bu modellerin uygunluk ve yeterliliği tespit edilmiştir. Problem çözme, probleme ilişkin bilişsel modellerin matematiğe has kavramsal modeller ışığında işlendiği ve sonuçların bilişsel açıdan tekrar yorumlandığı süreç olarak değerlendirilmektedir. Araştırmaya katılan 188 öğretmen adayına alan yazını taraması sonucu geliştirilen açık uçlu problemlerden oluşan yazılı sınav uygulanmış, daha sonra seçilen 5 öğretmen adayıyla yarı-yapılandırılmış mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Toplanılan veriler nitel yöntemler kullanılarak analiz edilmiş ve üretilen matematik modelleri bilişsel ve kavramsal boyutları göz önünde bulundurularak uygun ve yeterli modeller, uygun ancak geliştirilmesi gereken modeller ve uygun olmayan modeller diye üç grupta toplanmıştır. Bilişsel ve kavramsal modeller arası ilişki ve etkileşim ise mülakattan elde edilen nitel verilerden yola çıkarak aydınlatılmıştır. Bulgular bilişsel ve kavramsal modeller arasında karşılıklı bir ilişki ve etkileşimin var olduğunu göstermektedir. Uygun ve yeterli model geliştiren öğretmen adaylarının bilişsel ve kavramsal modellerinin iç içe geçtiği anlaşılmaktadır. Ayrıca, elde edilen bulgular bilişsel modellerin tek başına yeterli olmadığını, bunların uygun kavramsal modellerle desteklenmesi gerektiğini göstermektedir. Bilişsel ve kavramsal modeller arasındaki ilişki ve etkileşimin sağlıklı bir şekilde kurulup yürütülmesinin üretilen matematik modelin uygunluk ve yeterliliği noktasında belirleyici olduğu görülmüştür.

Tekin-Dede ve Bukova-Güzel (2013) tarafından yapılan çalışmada ortaöğretim matematik öğretmenlerinin model oluşturma etkinliklerine ve derslerde kullanımlarına ilişkin görüşlerinin incelendiği çalışmada da öğretmenler konunun başında ya da sonunda, dönem ödevi veya projeler kapsamında modellemeyi kullanabileceklerini belirtmişlerdir. Bir diğer bulgu olarak konunun uygunluğu ve zamana bağlı olarak kullanım sıklığına karar vereceklerini ifade etmişlerdir. Çalışmanın bir başka bulgusu ise öğrencilerinin ilgilerini çekmek, farklı matematik konularını ya da disiplinler arası konuları bütünleştirmek gibi sebeplerle derslerde modelleme etkinliklerinin kullanabileceklerini ifade etmeleridir.

Akgün, Çiltaş, Deniz, Çiftçi ve Işık (2013) tarafından ilköğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme ile ilgili farkındalıklarını belirlemenin amaçlandığı çalışmada olgu bilim deseninin kullanılmıştır. Çalışma 11 ilköğretim matematik öğretmeninin katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın verileri bu öğretmenler ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler ve bu görüşmelerden sonra dört öğretmen ile yapılan sınıf içi gözlemler ile elde edilmiştir. Öğretmenlerin matematiksel modelleme ile ilgili yeterli bilgiye sahip olmadıkları bununla birlikte model, modelleme, matematiksel model ve matematiksel modelleme kavramlarını karıştırdıkları ve matematiksel modellemeyi derslerinde yeterince kullanmadıkları tespit edilmiştir.

Çiltaş ve Işık (2013) tarafından yapılan çalışmada ilköğretim matematik öğretmen adaylarının modelleme becerilerini incelemek amaçlanmıştır. Çalışmaya 35 üçüncü sınıf ilköğretim matematik öğretmen adayı katılmıştır. Veriler 10 gönüllü öğretmen adayı ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler ve matematiksel modelleme testi (ön-test, son-test) ile toplanmıştır. 6 sorunun yer aldığı göüşme formu hazırlanırken Özer- Keskin' in (2008) çalışmasından yararlanılmıştır. Matematiksel modelleme testi yine Özer-Keskin (2008) tarafından hazırlanan analitik dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilmiştir. Testteki her bir soru 10 puan değerinde olup testen alınacak toplam puan 80' dir. Matematiksel modelleme uygulamalarına 4 hafta boyunca 42 ders saatinde yer verilmiştir. Verilerin analizinde fenomenografik yöntem ve betimsel analiz kullanılmıştır. Sonuç olarak matematiksel modelleme üzerine öğretmen adaylarının bilgi, beceri ve görüşlerinde anlamlı farklılıklar elde edilmiştir. Buradan yola çıkarak eğitim fakültelerinin öğretmen yetiştirme programlarında yer alan derslerde matematiksel modelleme kullanımı önerilmektedir.

4. YÖNTEM

4.1 Araştırmanın Modeli

Karma yöntem yaklaşımında pragmatik dünya görüşü hakimdir. Buna göre karma yöntem kullanan araştırmacılar için pragmatizm farklı veri toplama ve analiz şekillerinin yanı sıra, çoklu yöntemlere, farklı dünya görüşlerine ve farklı varsayımlara açık olmalarını sağlamaktadır (Creswell, 2013). Patton' ın (1990) karma yapı olarak adlandırdığı bu desende; deneysel desen, nicel veri tümdengelimci denencelere dayalı istatistiksel analiz ile nitel veri ise doğacı araştırma ve tümevarıma dayalı betimsel analizden oluşmaktadır.

Karma yöntem, nitel ve nicel araştırmaların ve bunların verilerinin bütünleştirilmesini ya da birleştirilmesini gerektirmektedir. Karma yöntem nitel ve nicel araştırmaları birleştirme gücüyle beraber her iki yaklaşımın sınırlılıklarını minumuma indirme imkanı sunmaktadır. Bunun yanı sıra nicel ve nitel verilerden ortaya konulan farklı bakış açılarının karşılaştırılması, nicel sonuçların nitel veri analizleri ile açıklanması, deneysel sonuçların bireylerin bakış açılarının dâhil edilmesiyle anlaşılması konusunda katkı sağlamaktadır (Creswell, 2013).

Bu bağlamda çalışmada karma yöntem yaklaşımı benimsenmiştir. Böylece öğretmen adaylarının öğretimi planlama yeterlikleri, uygulama becerileri ile öğrencilerin modelleme yeterlikleri, modellemeye dayalı öğrenme-öğretme uygulamaları konusunda öğretmen adayı-öğrenci görüşleri ve öğretmen adaylarının MEB' e bağlı kurumlara öğretmen olarak atandıktan sonraki mesleki yaşamlarında modellemenin uygulanabilirliğine ilişkin görüşleri incelenerek kapsamlı bir analizin yapılmasına zemin hazırlanması ve araştırma problemleri ile ilgili daha kapsamlı bir anlayışın oluşturulması sağlanmaya çalışılmıştır.

Karma yöntemlerin farklı desenleri bulunmakla birlikte yakınsayan paralel karma yöntem deseninin araştırmanın amacına en iyi hizmet ettiği düşünülmüştür. Nitekim nicel ve nitel verilerden elde edilen farklı bakış açılarının karşılaştırılması anlamında verilerin nasıl birleştirildiğini veya ayrıldığını göstermek için iki veri tabanının bütünleştirilmesi fikrinden yola çıkarak yakınsayan paralel karma yöntemi tercih edilmiştir. Bu yaklaşımda nicel ve nitel veri yaklaşık olarak aynı zaman diliminde toplanmakta, veriler ayrı ayrı analiz edilmekte, bulguların birbirini doğrulayıp doğrulamadığını belirlemek üzere bulguların karşılaştırılması yapılmaktadır. Bunun yanı sıra katılımcıların bakış açısı hakkında detaylı nitel bilgi ve ölçme aracına bağlı nicel puanlar sunulmaktadır. Bu iki veri türüne bağlı olarak elde edilen bulguların beraber aynı bulguları sağlaması gerekmektedir (Creswell, 2013: 219). Bu desende nicel ve nitel yöntemler arasında uyum arayışı anlamına gelen veri kaynaklarını üçgenleme yapılmaktadır (Jick, 1979; akt. Creswell, 2013: 15). Bu doğrultuda çalışmada nicel veri toplama yöntemlerinin yanı sıra görüşme, gözlem ve doküman analizi gibi veri toplama yöntemleri bir arada kullanılarak yöntem çeşitlemesi, ayrıntılı betimleme ve ayrıntılı alıntılar yapma, bağlantılara yoğunlaşma ve katılımcı teyidi stratejileri kullanılmıştır.

Bu çalışmada nicel araştırma desenlerinden Tek Grup Öntest-Sontest Deseni kullanımıştır. Bu desende bir gruba önce öntest ölçümü, sonrasında deneysel işlem uygulanır ve en sonunda sontest yapılır (Creswell, 2013: 172). Bu desen,

Grup A *O1*__________________X__________________*O2*

şeklinde temsil edilmektedir. Böylece matematiksel modellemeye dayalı öğretimi geliştirme sürecinin öğretmen adaylarının öğretimi planlama yeterlikleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

Bu çalışmada nitel araştırma desenlerinden durum çalışması kullanılarak modellemeye dayalı öğretim süreci hakkında derinlemesine bilgi elde edilmesi amaçlanmıştır. Nitel araştırma desenlerinden durum çalışması felsefesi yorumlayıcı paradigmaya dayanmaktadır. Araştırmacıya bir bağlam içerisinde bir grubu, olayları veya ilişkileri derinlemesine inceleme ve yorumlama olanağı sunan, elde edilen bulgularla benzer durumlar üzerinde gerçekçi tahminlerden ziyade analitik genellemeler yapma fırsatı veren nitel araştırma yöntemlerinden biridir (Cohen, Manion ve Morrison, 2000: 181). Patton (1990) durum çalısmasını belirli bir bağlamın ve bu bağlam içerisindeki etkileşimin parçası olan durumları derinlemesine anlama çabası şeklinde tanımlamaktadır. Bir bütünün, onu oluşturan parçaların toplamından daha fazla bir anlam ifade ettiği gerçeğinden hareketle araştırma konusu bütüncül bir yaklaşımla belirlenir ve toplanan veriler bütüncül br yaklaşımla analiz edilir (Bogdan ve Biklen, 1992). Bu nedenle bir olguyu, parçalarına odaklanmak yerine, bütünüyle inceleme olanağı vermesi özel durum çalısmasının en ayırt edici özelliğidir. Bir diğer belirgin özelliği ise çoklu veri toplama kaynaklarının işe koşulmasıdır. Durum çalışmaları katılımcı gözlemler, derinlemesine görüşmeler ve doküman analizi ile verilerin derinlemesine ve boylamsal olarak incelenmesini içermektedir. Birden fazla durumun düzenli biçimde karşılaştırılması, örüntülerin aranmasına neden olsa da yazım aşaması genellikle betimsel ve bütüncüldür (Glesne, 2011: 30).

Yin' e (1984) göre durum çalışmalarının farklı desenleri vardır. Bunlar bütüncül tek durum deseni, iç içe geçmiş tek durum deseni, bütüncül çoklu durum deseni ve iç içe geçmiş çoklu durum desenidir. Burada belirtilen bütüncül ve iç içe geçmiş terimleri tek analiz birimi ya da çoklu analiz birimlerinin kullanımı ile ilgilidir. Bütüncül tek durum deseninde tek bir analiz birimi (örn. Bir birey, bir kurum, bir program, vb.) vardır. Eğer ortamda iyi formüle edilmiş bir kuram varsa, bunun teyit edilmesi veya çürütülmesi amacıyla bu desen kullanılabilir. İkinci bir kullanım alanı standartlara pek uymayan aşırı, aykırı veya kendine özgü durumların çalışılmasıdır. Diğer kullanım alanı ise daha önceden kimsenin çalışmadığı durumların çalışılmasıdır. Böylece daha sonra yapılacak çalışmalara temel oluşturma sağlanabilir. İç içe geçmiş tek durum deseninde tek bir durum içinde birden fazla birim ya da tabaka söz konusudur. Bu noktada analiz birimi çoklu olacaktır. Örneğin bir okulu veya kurumu çalışmak isteyen bir araştırmacı, okulu oluşturan alt birimleri (ilkokul, ortaokul ya da her kısımdaki zümreler, vb.) analiz ünitesi olarak kullanabilir. Bütüncül çoklu durum deseninde birden fazla kendi başına bütüncül olarak algılanabilenecek durum söz konusudur. Bu desende her bir durum kendi içinde bütüncül olarak ele alınır ve daha sonra birbirleriyle karşılaştırılır. Burada önemli olan araştırmacının her bir durumda aynı boyutlar hakkında verisini topluyor olmasıdır. Aksi durumda karşılaştırma yapmak mümkün olmayacaktır. Son olarak, iç içe geçmiş çoklu durum deseninde de birden fazla durum söz konusudur. Ancak bir önceki desene göre burada araştırmaya dâhil edilen her durum kendi içinde çeşitli alt birimlere ayrılmaktadır. Örnek olarak üç okulda çalışma yürüten bir araştırmacının her okuldan matematik, sosyal bilgiler, fen bilgisi, ingilizce zümrelerini incelemesi verilebilir. Bu noktada standart veri toplama araçlarının kullanımı şarttır. Aksi takdirde karşılaştırma yapılması olası değildir (Yıldırım ve Şimşek, 2005).

Öğretmen adaylarına araştırmacı bir kimliğin kazandırılması, onların araştırmalara karşı tutumlarının geliştirilmesi, mevcut araştırmaların aktif birer tüketicileri olmaları ve kendi sınıflarında küçük çaplı araştırmaları yürütebilecek seviyeye getirilmeleri gibi davranışların kazandırılması öğretmen eğitimi programlarının en önemli hedeflerini oluşturmaktadır. Belirtilen bu hedeflerin kazandırılmasında öğretmen adayları için matematiksel modelleme yaklaşımı belirlenmiştir. Araştırmacı rehberliğinde öğretmen adaylarının bu yaklaşımın birer uygulayıcısı haline gelmeleri amaçlanmıştır. Matematiksel modellemeye dayalı öğrenme-öğretme uygulamalarının etkili bir şekilde yürütülmesi konusunda öğretmen adayları, öğrenciler ve öğretmenler açısından modellemenin ve yeterliklerinin de derinlemesine anlaşılması gerekmektedir. Bu bağlamda çalışmada nitel araştırma desenlerinden bütüncül çoklu durum deseni kullanılmıştır. Çalışma beş uygulama okulunda gerçekleştirilmiş olup bu okullar için 2009 ve 2010 yılı ortaöğretime geçiş sınavlarının sonuçları bakımından üst ve orta düzeyde başarı gösteren okullar oldukları söylenebilir. Uygulama okullarında her sınıf düzeyinde en az bir uygulama yapılması şartı aranmamıştır çünkü öğretmen adayları uygulama okulu müdürlerinin ve matematik öğretmenlerinin uygun gördükleri sınıflarda uygulamalarını gerçekleştirmişlerdir. Bu araştırmanın amaçları arasında sınıf düzeylerine veya okulların başarı durumlarına göre modelleme uygulamalarının ve yeterliliklerinin karşılaştırılması bulunmamaktadır. Bunun yanı sıra araştırmada analiz birimi 17 öğretmen adayının modelleme uygulamalarıdır. Her bir uygulama önce kendi içinde bütüncül olarak değerlendirilmiş, daha sonra elde edilen bulguların karşılaştırılması gerçekleştirilmiştir. Belirtilen bu nedenlerden dolayı çalışmada bütüncül çoklu durum deseni kullanılmıştır.

4.2 Çalışma Grubu

Çalışma 2010-2011 ve 2012-2013 eğitim-öğretim yıllarını kapsayacak şekilde iki kısımdan oluşmuştur. Çalışmanın ilk kısmı Balıkesir Üniversitesi İlköğretim Matematik Öğretmenliği programında yer alan Okul Deneyimi ve Öğretmenlik

Uygulaması dersleri kapsamında 2010-2011 eğitim-öğretim yılında gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya Balıkesir Üniversitesi' nde öğrenim gören basit tesadüfî örnekleme yöntemi ile seçilen 33 ilköğretim matematik öğretmen adayı katılmıştır. Bu öğretmen adaylarına Okul deneyimi dersi kapsamında modellemeye dayalı teorik ve uygulamalı eğitim verilmiştir. Eğitim süreci sonunda öğretmen adaylarının 17' si gönüllülük esasına dayalı olarak alan çalışmasına seçilmiştir. Bu öğretmen adayları ile modellemeye dayalı öğretimi planlama, uygulama ve öğrencilerin modelleme yeterliklerini belirleme boyutlarını içeren alan çalışması gerçekleştirilmiştir.

MEB' den alınan izin (EK A' da sunulmuştur) doğrultusunda alan çalışmasına dâhil olan öğretmen adaylarının uygulamalarını gerçekleştirebilmeleri için Balıkesir il merkezinde yer alan uygulama okullarından 5 ilköğretim okulu seçilmiştir. Uygulama okullarının ve uygulama sınıflarının seçiminde amaçlı örnekleme yöntemlerinden tipik durum örneklemesi yöntemi kullanılmıştır. Bu örnekleme tekniğinde amaç ortalama durumları çalışarak belirli bir alan hakkında fikir sahibi olmak veya bu alan, konu, uygulama veya yenilik konusunda yeterli bilgi sahibi olmayanları bilgilendirmektir (Patton, 1987).

Uygulamaya katılan öğrencilerden gönüllülük esasına dayalı olarak 21 altıncı sınıf, 22 yedinci sınıf, 17 sekizinci sınıf öğrencisi olmak üzere 60 öğrenci ile uygulamayı gerçekleştiren 17 öğretmen adayı ile modellemeye dayalı öğretime ilişkin yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarının mesleki yaşamlarında modellemenin uygulanabilirliğine ilişkin görüşlerini incelemek amacıyla bu öğretmen adayları ile 2012-2013 eğitim-öğretim yılında iletişime geçilerek çalışmaya matematik öğretmeni olarak katılmaları sağlanmıştır. Bu öğretmen adayları 2010-2011 eğitim-öğretim yılı itibariyle mezun olup hâlihazırda MEB' e bağlı kurumlarda matematik öğretmeni olarak görev yapmaktadırlar.

4.3 Veri Toplama Araçları

Veri toplama araçlarının hazırlanması, geçerlik ve güvenirlik çalışmalarının yapılmasına ilişkin detaylı bilgi bu bölümde sunulmuştur.

4.3.1 Günlük Ders Planı Değerlendirme Ölçeği

Çalışmanın birinci araştırma probleminin ilk alt problemine karşılık gelen "Öğretmen adaylarının matematiksel modellemeye dayalı öğretimi planlama yeterlikleri nasıldır?" sorusuna "Günlük Ders Planı Değerlendirme Ölçeği (GDPDÖ)" kullanılarak yanıt aranmıştır. Ölçek analitik dereceli puanlama anahtarına uygun olacak şekilde hazırlanmıştır. Ölçeğin bu şekilde hazırlanmasında performansa dayalı ölçme ve değerlendirme yaklaşımları etkili olmuştur.

Öğrencilerin mevcut bilgileri ile neler yapabileceğini sergileme biçimi olarak tanımlanan performansın gözlenmesinde yaygın olarak kullanılan araçlar arasında kontrol listeleri (checklist) ve dereceleme ölçekleri (rating scale) yer almaktadır. Ancak 1990 yılından sonra gelişen tamamlayıcı değerlendirme yöntemleri ile birlikte performansı ölçen araçlar arasına rubrik (rubric), puanlama yönergesi (scoring guide) ve kayıt formları (reflection log) da eklenmiştir. Herhangi bir performansı değerlendirmek için oluşturulan ölçme aracına uluslararası alan yazında "Rubric" denilmektedir. Bu araç ülkemizde "Puanlama Yönergesi", "Dereceli Puanlama Anahtarı", "Değerlendirmeye Esas Ölçütler", "Değerlendirme Ölçeği", "Değerlendirme Formu" ya da "Derecelendirme Ölçeği" olarak adlandırılmaktadır (Sezer, 2005). Buradan hareketle çalışmada "Dereceli Puanlama Anahtarı" ifadesi kullanılmıştır. Dereceli puanlama anahtarı oluşturulurken performansın seçilmesi, performans boyutlarının/ölçütlerin belirlenmesi, performans/başarı düzeylerinin saptanması ve performans tanımlarının yazılması şeklindeki süreç izlenir. Buna göre performansın seçilmesi aşamasında öğrencide gözlenecek birçok alt basamaktan ya da beceriden oluşan öğrencinin yapacağı iş belirlenir (Sezer, 2005).

Bu araştırmada öğretmen adaylarından matematiksel modellemeye dayalı öğretimi planlamaları istenmektedir. Öğretimin planlaması ise günlük ders planı hazırlamayı gerektirmektedir. Bu bağlamda matematik eğitiminde modellemenin kullanıldığı çalışmalar incelendiğinde günlük ders planı formatının kullanımına yer verilmediği tespit edilmiştir. Bunun yerine araştırmacılar tarafından hazırlanan ya da uyarlanan modelleme etkinlikleri sunulmaktadır. Bu bağlamda öğretmen adaylarına rehber olması amacıyla MEB' e bağlı ilköğretim 2. kademe matematik dersi öğretmen kılavuz kitapları ve ders kitaplarında yer alan planlar incelenmiştir. Mevcut planlar modellemeye uygunluk açısından değerlendirilerek öğretmen adaylarından hazırlamaları beklenen günlük ders planı formatının üç kısımdan oluşmasına karar verilmiştir. Buna göre ders planında biçimsel bölüm, hazırlık etkinliği ve işleniş etkinliği yer almaktadır. Biçimsel bölümde; öğretmen adaylarının uygulama tarihini, uygulama okulunu, uygulama sınıfını, öğrenme alanını, alt öğrenme alanını, kazanımları, süreyi, kullandıkları öğretim strateji-yöntem-teknikleri ve araç-gereçleri belirtmeleri gerekli görülmüştür. İkinci aşamada öğretmen adaylarından hazır bulunuşluğu ölçmede ve modelleme görevine geçişe zemin hazırlamada etkili olacak bir etkinlik hazırlamaları gerekmiştir. Üçüncü aşamada ise modelleme sürecine uygun bir modelleme görevi hazırlamaları istenmiştir.

Bu noktada hazırlanacak ders planlarının değerlendirilmesinde, bir başka ifadeyle GDPDÖ' nün hazırlanmasında ilk olarak ne tür puanlama anahtarının hazırlanacağına karar verilmiştir. Dereceli puanlama anahtarları bütüncül ve analitik olmak üzere iki farklı türde hazırlanabilmektedir. Performansla ilgili bir tanımlar listesi oluşturulduktan sonra ölçülecek performansı farklı boyutlara ayırmadan, özelliklerin tümünün farklı düzeyler için tanımlaması yapıldığında bütüncül dereceli puanlama anahtarı geliştirilmektedir. Performansı oluşturan özellikleri alt becerilerine (boyutlarına) ayırarak farklı performans düzeyleri için tanımlar yapıldığında ise analitik dereceli puanlama anahtarı oluşturulmaktadır (Kutlu, Doğan ve Karakaya, 2008: 56). Ölçülecek performansın alt boyutlar içermesi nedeniyle dereceli puanlama anahtarı analitik dereceli puanlama anahtarı şeklinde hazırlanmıştır. Böylece ölçeğin performansı oluşturan boyutlar hakkında derinlemesine bilgi sunması sağlanmıştır.

Performans boyutlarının/ölçütlerin belirlenmesi aşaması, dereceli puanlama anahtarının mantığını anlayabilme açısından önem taşımaktadır. Bu nedenle performansı oluşturan alt boyutlar/ölçütler belirlenmiştir. Bu ölçütler; hazırlık etkinliğini belirleme, modelleme görevini belirleme, özgünlük, görsel tasarım, araştırma yapma, yazım ve dil bilgisi, süreyi belirleme şeklindedir. Böylece öğretmen adayının günlük ders planını başarılı bir şekilde tamamlayabilmesi için gerekli olan kritik beceriler tanımlanmıştır.

Performans/yeterlik düzeylerinin saptanması aşamasında performans/yeterlik düzeyini gösteren kategoriler; rakamlarla veya betimleyici ifadelerle ya da bunların ikisi birlikte kullanılarak belirtilebilmektedir (Sezer, 2005). Bu çalışmada her ikisi de kullanılmıştır. Düzeylerin her bir boyut için gözlenmesini ve ölçülebilmesini sağlamak amacıyla en düşük performanstan en yüksek performansa kadar genellikle tek sayıda düzeyler belirlenmesi uygun görülmektedir. Bu bağlamda Kutlu, Doğan ve Karakaya' nın (2008), Baki' nin (2008) ve Aslanoğlu' nun (2008) çalışmalarında yer verdikleri dereceli puanlama anahtarları incelenmiştir. Buradan hareketle analitik dereceli puanlama anahtarında 3 tip puanın yer aldığı (1-3) puanlama sistemi ve "başlangıç düzeyi", "kabul edilebilir", "oldukça başarılı" şeklinde 3 başarı düzeyi kullanılmıştır.

Performans tanımlarının yazılması aşamasında bireysel farklılıkların öğrenme düzeylerine olan etkisi nedeniyle farklı boyutlarda ve düzeylerde performans tanımları yapılmalıdır (Sezer, 2005). Bu bağlamda performansın her düzeyine karşılık boyutlarla/ölçütlerle uyumlu bir tanım listesi hazırlanmıştır. Beklenen en iyi performans düzeyi tanımlandıktan sonra en düşük performans düzeyine dek tanımlar belirlenmiştir. Buna göre performans boyutlarına göre performans tanımlarının ve performans düzeylerinin uygulanışını örneklemek amacıyla Tablo 4.1 hazırlanmıştır. Tablo 4.1' de sadece özgünlük boyutu için 1-3 puanlamasının nasıl yapıldığı açıklanmıştır. Diğer boyutlar/ölçütler için puanlamada aynı yapı dikkate alınmıştır. Bu bağlamda yetersiz düzeyde yaklaşım sergilemeye 1 puan verilirken gerçek anlamda istenen duruma uygun yaklaşım sergilemeye ya da yeterli düzeyde yaklaşım sergilemeye 3 puan verilmiştir.

Tablo 4.1: GDPDÖ' de Bulunan "Özgünlük" Boyutu

Ölçütler	Yeterlik düzeyleri			Yeterlik puanı
	Başlangıç düzeyi (1)	Kabul edilebilir (2)	Oldukça başarılı (3)	
Özgünlük	Hazırlanan etkinlikler sıradan ve benzerlerinin aynısı	Hazırlanan etkinlikler kısmen özgün ve benzerlerinden esinlenerek yapılmış	Hazırlanan etkinlikler özgün ve benzerlerinden farklı	

Araştırmanın çalışma grubunu oluşturan öğretmen adaylarının günlük ders planı hazırlarken sergilemeleri beklenen yeterlikler yedi boyuta ayrılmış ve üç ayrı performans düzeyine ilişkin performans tanımları her bir boyut için verilmiştir. Ayrıca, bu performanslara karşılık gelen puanlar da gösterilmiştir. Bu araç yardımı ile öğretmen adayının hazırlamış olduğu günlük ders planının değerlendirilmesi ve öğretmen adayına geri bildirim verilmesi daha kolay olmuştur.

Dereceli Puanlama anahtarı neyin hangi ölçütlere bağlı kalınarak nasıl puanlandırılacağı hakkında bilgi vermektedir. Ayrıca, belli bir öğretim süreci sonunda beklenen performansın farklı boyut ve düzeylere bölünerek değerlendirilmesine imkân vermektedir. Dereceli puanlama anahtarının kullanımı, ölçme ve değerlendirmeyi yapan bireye hangi yaklaşıma kaç puan vereceği yönünde kolaylık sağlamaktadır. Benzer şekilde ölçme ve değerlendirmeye konu olan bireye de hangi yöntemi seçtiğinde kaç puan alacağını görebilme fırsatı sunmaktadır. Bu bağlamda ölçme ve değerlendirmenin daha güvenilir yapılması için dereceli puanlama anahtarının kullanımı uygun görülmektedir (Goodrich, 1997).

GDPDÖ' de, öğretmen adayları günlük ders planı değerlendirme ölçeğinden aldıkları puanlara göre 3 yeterlik düzeyine atanmıştır. Ölçekten alınacak en düşük puan 7, en yüksek puan 21' dir. Öğretmen adaylarının günlük ders planı hazırlamada yeterlik düzeyleri Bukova-Güzel ve Uğurel' in (2010) çalışmasındaki yöntem kullanılarak belirlenmiştir. Buna göre yeterlik düzeyleri;

Düşük: 7-10.4 arasında puan alanlar bu grupta yer almaktadır. Her bir ölçütten 1 puan alan bir öğretmen adayının puanı 7 olup yetersiz kabul edilmektedir. Ölçütlerden 1.5 puandan fazla alan bir öğretmen adayının puanı 10.5' tir ve bu öğretmen adayının performansında bir değişiklik oluşmaktadır. Dolayısıyla yetersiz puanların üst sınırı 10.4 olarak belirlenmiştir.

Orta: 10.5-17.4 arasında puan alanlar bu grupta yer almaktadır. 1.5 ortalaması performans değişikliği gerektireceğinden alt sınır 1.5x7=10.5 olarak belirlenmiştir. Üst sınır belirlenirken de 2.5 ortalaması puanlarda değişiklik gerektirecektir ki bu durumda 17.4' ün üst sınır olarak belirlenmesi uygundur.

Yüksek: 17.5-21 arasında puan alanlar bu grupta yer almaktadır. 2.5 ortalaması performans değişikliği gerektireceğinden alt sınır 2.5x7=17.5 olarak belirlenmiştir. Üst sınırın 21 olduğu aşikârdır.

4.3.1.1 GDPDÖ' nün Geçerlik ve Güvenirliği

GDPDÖ' nün kapsam geçerliği için ölçme değerlendirme uzmanları ile matematik eğitimi uzmanlarının görüşleri alınmış ve ona göre ifadeler düzenlenmiştir. Ölçeğin güvenirliği için Pearson Momentler Çarpım Korelasyonu katsayısı hesaplanarak puanlayıcılar arasındaki tutarlılığa bakılmıştır (Kutlu, Doğan ve Karakaya, 2008). Buna göre, pilot uygulamaya dâhil edilen öğretmen adaylarının hazırladıkları günlük ders planları farklı iki puanlayıcı (araştırmacı ve matematik eğitimi uzmanı) tarafından puanlanmış ve puanlamalar arasındaki korelasyon incelenmiştir. Korelasyon katsayısının .70' ten büyük olması ilişkinin kuvvetinin yüksek olduğunu göstermektedir (Büyüköztürk, 2006: 32). Öyle ki yapılan korelasyon analizi sonucunda puanlamalar arasında ilişkiyi gösteren korelasyon katsayısı .89 çıkmıştır. Bu bağlamda elde edilen bu değer puanlamalar arasındaki ilişkinin yüksek olduğunu ortaya koymakla birlikte böylece puanlayıcılar arasındaki tutarlığın sağlandığı söylenebilir.

Dereceli puanlama anahtarlarının güvenirliğini incelemek amacıyla puanlamalar arasındaki tutarlığın belirlenmesinde bir başka istatistikî teknik daha önerilmektedir. Bu tekniğe göre her bir performans boyutu için yapılan puanlamalar dikkate alınarak iki puanlayıcı arasındaki tutarlılığın belirlenmesinde Kohen' in Kappası (Cohen' s Kappa) formülü kullanılır (Kutlu, Doğan ve Karakaya, 2008). Cohen (1960) tarafından geliştirilen Kappa istatistiği, iki ya da daha fazla puanlama arasındaki uyum düzeyini/yüzdesini belirlemek için kullanılmaktadır. Kappa katsayısı şans faktörünün etkisini ortadan kaldırmaktadır (akt. Şencan, 2005: 265).

Gözlenen uyuşma oranı Pg, beklenen uyuşma oranı Pb olmak üzere Kappa katsayısı hesaplanırken aşağıdaki formül kullanılmaktadır (Şencan, 2005: 266):

$$\mathrm{K} = \frac{Pg - Pb}{1 - Pb}$$

Formülü kullanabilmek için puanlayıcılar tarafından bir karşılaştırma matrisinin düzenlenmesi gerekmektedir. Bu matris üzerinden gerekli hesaplamalar yapılmaktadır. Karşılaştırma matrisine; değerlendirmeler 4 performans düzeyine göre (A, B, C, D) yapılmış ise puanlayıcıların bir boyut için vermiş olduğu puanlar yazılır.

Değerlendirme verilerine ilişkin örnek bir karşılaştırma matrisi aşağıda verilmektedir.

Tablo 4.2: Karşılaştırma Matrisi Örneği (Şencan, 2005: 266)

Puanlayıcılar	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**…**	***n***
Puanlayıcı 1:	A	C	D	A	B	B	C	C	A	B	…	*n*
Puanlayıcı 2:	B	C	D	D	B	C	C	C	B	B	…	*n*

Değerlendirme verilerinde puanlayıcıların uyuştukları puanlar karşılaştırma matrisinin köşegenindeki hücrelere çentik atılarak işaretlenir. Uyuşmadıkları değerler ise köşegenin dışındaki harflerin kesiştiği hücrelere çentik atılarak doldurulur. Daha sonra her bir hücredeki çentik sayısı sayılarak uyuşma ve uyuşmama sayıları saptanır. Gözlenen uyuşma oranı ve beklenen uyuşma oranının hesaplanabilmesi için satır ve sütun toplamlarının bulunması gerekir. Satır ve sütun toplamlarından sonra ayrıca genel toplam rakamı elde edilmektedir. Gözlenen uyuşma oranı (Pg), matrisin köşegeninde yer alan uyuşma sayılarının toplam değerlendirme sayısına bölünmesiyle elde edilir. Bu rakam şans faktörünü içermez. Gözlenen uyuşma oranı, her iki puanlayıcının benzer puanlar vermesini veya değerlendirmeler yapmasını ifade eder. Beklenen uyuşma oranı (Pb) ise, her bir hücrede şans faktörünü de içerdiğinden tablonun çaprazında kalan toplam değerlerin birbirleriyle çarpılarak genel değerlendirme sayısına bölünmesi ve çıkan rakamların toplanıp tekrar genel rakama bölünmesiyle bulunur (Şencan, 2005: 266). Kappa İstatistiğinin hesaplanmasına örnek olması amacıyla Şencan' ın (2005: 267) çalışmasında kullandığı veriler Tablo 4.3 için alıntılanmıştır.

Tablo 4.3: Dört Düzeyli Bir Değerlendirme İçin Kappa İstatistiği

	1. Gözlemci					
2. Gözlemci	Düzeyler	A	B	C	D	Toplam
	A	9	2	8	15	34
	B	2	18	8	6	34
	C	3	4	8	1	16
	D	2	2	1	11	16
	Toplam	16	26	25	33	100

Pg = (9+ 18+8+11)/100=.46

Pb= [(16x34)/100+ (26x34)/100+(25x16)/100+(33x16)/100]/100

Pb=[5.44+8.84+4.00+5.28]/100

Pb=.23

$$K = \frac{Pg - Pb}{1 - Pb} = \frac{.46 - .23}{1 - .23} = .29$$

Dört performans düzeyli değerlendirme ölçeği için Kappa katsayısı K= .29 olarak hesaplanmıştır. Kappa katsayısı -1 ila +1 arasında değerler almaktadır. Kappa katsayısı 0 ise tesadüfî uyum vardır. Kappa katsayısı negatif değerler alıyorsa, tesadüfî uyumdan daha kötü bir uyum vardır. +1, mükemmel uyumu göstermektedir. Kappa katsayısı .40 ila .75 arasında değerler alıyorsa, bu kabul edilebilir uyumu göstermektedir. Kappa katsayısı .75' ten daha büyük değerler için mükemmel uyumu ifade etmektedir (Şencan, 2005: 267). Uyuşma oranlarının yüksekliğine veya düşüklüğüne ilişkin standartlar belirlenirken Şencan (2005: 267) uyuşma oranlarının yüksekliği ya da düşüklüğünü belirlemede Fleiss' in standardını temel aldığı için bu çalışmada da Kappa katsayısını yorumlamada Fleiss' in standardı temel alınmıştır.

Buradan hareketle araştırmacı ve matematik eğitim uzmanının GDPDÖ' ye verdikleri puanlamalar dikkate alınarak yapılan hesaplama sonucunda gözlenen uyum yüzdesi .86 ve şansa bağlı uyum yüzdesi .38 olarak hesaplanmıştır. Bu bağlamda, günlük planı değerlendirme ölçeği için Kappa katsayısı .77 olarak bulunmuştur. Ölçeğin alt boyutlarına ilişkin olarak ilk beş boyutta kabul edilebilir uyum gözlenirken son iki boyutta mükemmel uyum gözlenmiştir. Şencan' ın (2005) açıklamaları doğrultusunda bulunan değerlerle birlikte günlük ders planı değerlendirme ölçeği için puanlayıcılar arasında mükemmel bir uyum olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak hem korelasyon analizi sonucu elde edilen korelasyon katsayısı hem de Kappa katsayısı puanlamalar arasındaki tutarlılığı sağlamıştır. Bu noktada günlük ders planı değerlendirme ölçeğinin güvenilir olduğu sonucuna ulaşılmıştır. GDPDÖ' ye, EK B' de yer verilmiştir.

4.3.2 Gözlem Formu

Çalışmanın birinci araştırma probleminin "Öğretmen adaylarının matematiksel modellemeye dayalı öğretimi uygulama becerileri nasıldır?" şeklinde belirtilen ikinci alt problemine yanıt aramak amacıyla nitel araştırma yöntemlerinden gözlem tekniği kullanılmıştır. Nitel verilerin önemli bir kaynağı olan gözlem, herhangi bir ortamda ya da kurumda oluşan davranışı ayrıntılı olarak tanımlamak amacıyla kullanılır. Eğer bir araştırmacı, herhangi bir ortamda oluşan bir davranışa ilişkin ayrıntılı, kapsamlı ve zamana yayılmış bir resim elde etmek istiyorsa, gözlem yöntemi önerilir (Bailey, 1982).

Gözlemin eğitim araştırmalarında kullanılmasının uzun bir geçmişi vardır. Özellikle 50' li ve 60' lı yıllarda yapılan gözlemler sonucu önemli veriler elde edilmiş ve eğitim ortamının çeşitli boyutlarında olup bitenleri ortaya çıkarmada etkili olmuştur. Ancak bu dönemde yapılan gözlemler sadece davranışın görülme sıklığını ortaya koymuştur. Günümüzde ise gözlem, sayısal veri üretmekten çok araştırmaya konu olan olay, olgu ve duruma ilişkin derinlemesine ve ayrıntılı açıklamalar ve tanımlamalar yapmaya yönelmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2005: 170). Bunun yanı sıra gözlem öğretimin doğrudan gözlenmesine, sosyal olaylardaki karmaşıklığın açıklığa kavuşturulmasına yardımcı olmaktadır. Olayları, etkinlikleri, etkileşimleri not ve kayıt etmeyi içeren gözlem yoluyla araştırmacılar, etkinlikler ve anlamları hakkında bilgiler edinebilmektedir (Patton 1987; Rossman ve Rallis, 1998). Bailey (1982) gözlemleri gözlemin gerçekleşeceği ortam ve gözlenen ortama ilişkin araştırmacının aldığı kararlara göre sınıflamıştır. Buna göre gözlenen olay doğal ortamında gerçekleşiyorsa alan çalışması, yapay bir ortamda gerçekleşiyorsa laboratuar çalışması olarak adlandırılır. Alan çalışması ya da laboratuar çalışması, ortama araştırmacının müdahalesi varsa yapılandırılmış aksi durumda yapılandırılmamış olarak ifade edilir. Yapılandırmacı anlayışla birlikte matematik eğitim araştırmalarında genellikle alan çalışmalarının yapıldığı söylenebilir. Yapılandırılmamış alan çalışması, davranışın gerçekleştiği doğal ortamlarada yapılır ve çoğu durumda araştırmacının ortama katıldığı "katılımcı gözlem" diye de belirtilen yöntem kullanılır. Burada amaç belli bir kültürü içeriden tanımlamaktır, denence test edilmez, dolayısıyla standart bir gözlem veya görüşme aracı yoktur (Yıldırım ve Şimşek, 2005: 171). Katılımcı gözlemin birtakım sınırlılıkları vardır. Burada araştırmacının gözlemci olarak mı katılımcı ya da katılımcı olarak mı gözlemci olduğuna kendisi karar vermelidir. İşbirlikli eğitim araştırmaları bu noktada katılımcı-gözlemci rolünden kaynaklanan gerilimi azaltır. Katılımcı gözlemci temelde gözlemcidir, ancak katılımcılarla bir ölçüde etkileşime girer. Bu da tarafsızlığı etkileyebilmektedir. Ancak ortamda geçirilen vakit arttıkça durum hakkında daha çok bilgi edinilebileceği gerçeği de yadsınamaz. Bu bağlamda katılımcı gözlemci olarak rol belirlendiyse ortam, katılımcılar, olaylar ve içindeki eylemler ve katılımcıların jestlerinin bilinçli bir şekilde betimlenmesi gerekir. Benzerlilikleri, farklılıkları bulma, örüntüler arama gözlemcinin görevidir. Bu doğrultuda alan notları, araştırma günlüğü, araştırmacının oluşturduğu görsel veriler (fotoğraf, video, harita ve şemalar) veri toplamada yardımcı kaynaklardır (Glesne, 2011: 88-108). Yapılandırılmış alan çalışması zaman zaman "yarı yapılandırılmış" olarak da ifade edilmektedir. Burada yapılandırılmış bir gözlem aracı veya araçları kullanılır. Bir başka deyişle gözlenen ortamı işe vuruk hale getiren davranışlar ayrıştırılarak gözlem formu hazırlama yoluna gidilir (Yıldırım ve Şimşek, 2005: 171-172).

Bu bağlamda çalışmada sınıf içi gözlem türlerinden yarı yapılandırılmış alan çalışması yapılmasına karar verilmiştir. Burada kilit nokta gözlem formunun hazırlanmasıdır. Ayrıca gözlem formu hazırlanırken neyin hangi kapsamda gözleneceğinin açık bir biçimde ortaya konması önem teşkil etmektedir. Bu bağlamda ilk olarak alan yazın ayrıntılı bir biçimde incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonunda araştırmanın nitel alt problemi temel alınıp gözlemin ana amacı belirlenmiş ve bu amaç, bütüncül bir yaklaşımla belirli boyutlara indirgenmiştir. Bu boyutları içeren bir kontrol listesi hazırlanmıştır. Gözlem formunun oluşturulmasına rehberlik eden kontrol listesi Tablo 4.4' te verilmiştir. Bu kontrol listesi Herget ve Torres-Skoumal' in (2007) modelleme sürecinde dikkate alınması gereken boyutlarının detaylandırılması ile elde edilmiştir. Ancak bu listede dikkat çekici durum sadece öğrenci çalışmalarına yoğunlaşılmasıdır. Oysaki gözlemlenecek öğretmen davranışları için sadece öğrenci çalışmaları belirleyici değildir.

Tablo 4.4: Kontrol Listesi

İletişim

- Öğrenci, tablo, grafik ve şekiller gibi problemi tanımlarken ona yardım edici araçları ne sıklıkta kullandı?
- Öğrenci etkinlik boyunca doğru matematiksel gösterim ve terminolojiyi kullandı mı?

Model

- Öğrenci problem durumunu anlamış ve problem hakkında somut herhangi bir çizim yapmış ya da herhangi bir şey yazmış mıdır?
- Öğrenci verilen gerçek durumu incelendikten sonra, yapılandırma ve basitleştirme yoluyla gerçek modeli bulmuş mudur?
- Öğrenci gerçek durumdan bir matematik problemini çekip çıkarabildi mi?
- Öğrenci gerçek modelden matematiksel model oluşturabildi mi?
- Öğrenci matematiksel modeli oluştururken kıstas olarak neyi kullandı ve o iyi bir şekilde ispatlandı mı?
- Öğrenci matematiksel modeli oluştururken problemdeki her bir hayati değeri hesaba katmış mı?
- Model problem durumuna uygun mu?
- Öğrenci matematiksel modeli kullanarak matematik problemi üzerinde çalışabilir ve sonuçlar alabildi mi?
- Matematiksel sonuçları gerçek sonuçlara yorumlayabildi mi?
- Matematiksel model doğrulandı mı?
- Matematiksel model başka problemler için geliştirildi mi?
- Problem ve onun çözümünü gösteren bir rapor hazırlandı mı?

Matematiksel kapsam

- Hesaplamalar güvenilir ve ispat edilmiş mi?
- Formüller doğru bir şekilde uygulanmış mı?

Değerlendirme

- Öğrenci gerçek yaşam durum problemine açıklık getirirken modelle elde edilen tahminin anlamını nasıl değerlendirmiştir?
- Öğrenci modelin sınırlılıklarını ya da olası uzantılarını ve uygulamalarını göz önünde bulundurmuş mudur?

Bu noktada kontrol listesi; dersin başlamasından dersin sonlandırılmasına kadar sınıfın fiziki ve sosyal ortamının tanımlanmasına, hazırlık etkinliğinin, grup çalışmalarının, sınıf tartışmasının, değerlendirme etkinliklerinin gözlemlenmesine ve genel değerlendirme yapılabilmesine imkân verecek şekilde yeniden düzenlenerek ön form halini almıştır. Oluşturulan gözlem formu, daha önce nitel gözlem uygulamalarına katılmış bir uzman grubun görüşlerine sunulmuştur. Uzmanların getirdiği görüş ve öneriler dikkate alınarak düzenlenen gözlem formu, yeterli nitel veri setine ulaşılıp ulaşılamayacağını kontrol etmek üzere pilot uygulamalarda gözlem yapılarak denenmiştir. Öğretmen adaylarından gelen öneriler de dikkate alınarak pilot uygulamalar sonucunda gözlem formunun nihai halinin asıl çalışmada kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışmada yarı yapılandırılmış gözlem formu kullanılmıştır. Gözlem formu, modellemeye dayalı öğretim süreci temel alınarak hazırlanmıştır. Gözlem formu; öğretime hazırlık, hazırlık etkinliği, grup çalışmaları, sınıf tartışmaları, dersin sonlandırılması ve öğretimin genel değerlendirmesi olmak üzere altı boyuttan oluşmaktadır. Gözlemci olarak bir öğretmen adayı, modelleme uygulamalarına dayalı öğretimi yaklaşık dört ay boyunca gözlemlemiştir. Gözlemci bu çalışmanın modellemeye dayalı teorik ve uygulamalı eğitim kısmına katılan 33 öğretmen adayından biri olup asıl çalışmaya gözlemci rolü ile katılmıştır. Gözlem boyunca, ders öğretmeni ve uygulamayı gerçekleştiren öğretmen adayı ile birlikte sınıfa girmiş ve arka sıralardan birine oturarak "dışarıdan gözlemci" olarak süreçte yer almıştır. Dışarıdan gözlemde, gözlemci sınıf içi çalışmalara karışamaz ve müdahale edemez. Ayrıca, gözlemci özel bir grup ile ilgilenme ya da kişisel davranışlar sergileme gibi özel isteklerde de bulunmamaktadır (Hopkins ve Moore, 1993: 86; akt, İlğan ve Kıranlı, 2007). Bu araştırmada da gözlem yapılırken gözlemci, öğretmen adayının yaptığı öğretime herhangi bir müdahalede bulunmamış ve gözlem formunda yer alan maddeleri yanıtlayarak sınıf içi uygulamaları takip etmiştir.

4.3.2.1 Gözlem Formunun Geçerlik ve Güvenirliği

Nitel araştırmalarda, toplanan verilerin ayrıntılı olarak rapor edilmesi ve araştırmacının sonuçlara nasıl ulaştığını açıklaması geçerliğin sağlanması için önemli bir ölçüttür (Yıldırım ve Şimşek, 2005). Bu bağlamda gözlem sonuçlarının geçerliğini arttırmak amacıyla aşağıdaki işlemler yapılmıştır:

1. Araştırmanın geçerliğini sağlamak amacıyla öncelikle verilerin nasıl toplandığı ayrıntılı bir biçimde betimlenmeye çalışılmıştır. Sınıf ortamında öğretmen adayı ve öğrenciler tarafından ifade edilen her türlü açıklama ve konuşma kaydedilmiştir.

2. Araştırma sonuçlarının başka araştırmacılar tarafından da teyit edilebilir olması için temaların nasıl oluşturulduğu ve kuramsal yapıdan nasıl yararlanıldığı açıklanmıştır. Betimsel analiz yapabilmek için öncelikle modellemenin öğretimi ile ilgili alan yazın incelenerek modellemeyi gerçekleştiren öğretmen adaylarının rolleri ana temalar olarak belirlenmiştir. Belirlenen bu roller, elde edilen kodları sınıflamak, özetlemek ve kodlarla temaların tutarlılığını belirlemek için ölçüt olarak kullanılmıştır. Dolayısıyla veriler kuramsal olarak desteklenmeye çalışılmıştır.

3. Bulguları destekleyici alıntılar doğrudan sunularak, geçerliğin artırılmasına çalışılmıştır.

Gözlem formunun güvenirliği için aşağıdaki işlemler yapılmıştır:

1. Gözlem sürecinde veri kaybını önlemek ve araştırma problemine uygun verileri toplamak amacıyla yarı yapılandırılmış gözlem formu kullanılmış, video çekimi yapılmıştır. Elde edilen veriler, hiçbir değişiklik yapılmadan, olduğu gibi araştırmacı tarafından yazılı metne dönüştürülmüştür. Bu kapsamda araştırmanın amacı dışındaki konuşmalar da kaydedilmiştir. Ancak bu ifadeler analiz edilmemiştir. Ayrıca video kayıtlarındaki mimikler ve jestler, sözel olmayan ifadeler de analiz dışında bırakılmıştır.

2. Araştırma sonuçlarının güvenirliğini arttırmak amacıyla gözlem verilerinin analizinde her bir tema için ayrı ayrı kodlayıcı güvenirliği hesaplanmıştır. Kodlayıcı güvenirliği, nitel veri analizinde birden fazla araştırmacının birlikte çalıştığı durumlarda araştırmacıların aynı veri setinden elde ettiği kodların benzerliklerini ve farklılılarını sayısal olarak karşılaştırıp sayısal bir değere ulaştıkları tutarlılık çalışmasıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2005).

Kodlayıcı güvenirliği çalışması için “görüş birliği” ve “görüş ayrılığı” sayıları belirlenmiştir. Daha sonra Miles ve Huberman’ ın (1994: 64) önerdiği güvenirliği belirleme formülü

Güvenirlik = görüş birliği / (görüş birliği + görüş ayrılığı)

kullanılarak kodlayıcı güvenirliği hesaplanmıştır. Buna göre elde edilen temalarla ile ilgili araştırmanın güvenirliği % 89 ve % 87 olarak hesaplanmıştır. Bu değerlerin %70’ ten büyük olması beklenir (Yıldırım ve Şimşek, 2005: 233). Şartın sağlanması nedeniyle gözlem verilerinin analizi sonucunda elde edilen “sınıf ortamını hazırlama” ve “süreçteki rolü” temalarının kodlayıcı güvenirliği sağlanarak oluşturulduğu ortaya konmuştur. Gözlem formu, EK C’ de sunulmuştur.

4.3.3 Matematiksel Modelleme Sürecini Değerlendirme Ölçeği

Öğrencilerin modelleme yeterliklerini değerlendirmek amacıyla "Matematiksel Modelleme Sürecini Değerlendirme Ölçeği (MMSDÖ)" oluşturularak çalışmanın ikinci araştırma problemine yanıt aranmıştır. Ölçek analitik dereceli puanlama anahtarına uygun olacak şekilde hazırlanmıştır. Ölçeğin bu şekilde hazırlanmasında yine performansa dayalı ölçme ve değerlendirme yaklaşımları etkili olmuştur.

Dereceli puanlama anahtarı oluşturulurken benzer şekilde performansın seçilmesi, performans boyutlarının/ölçütlerin belirlenmesi, performans/başarı düzeylerinin saptanması ve performans tanımlarının yazılması şeklindeki süreç izlenmiştir. Performansın seçilmesi aşamasında öğrencide gözlenecek birçok alt basamaktan ya da beceriden oluşan öğrencinin yapacağı iş belirlenir. Burada öğretmen adaylarının öğrencilerin modelleme yeterliklerini belirlemeleri istenmektedir.

Dereceli puanlama anahtarının hazırlanmasında ilk olarak ne tür puanlama anahtarının hazırlanacağına karar verilmiştir. Ölçülecek performansın alt boyutlar içermesi nedeniyle dereceli puanlama anahtarı analitik dereceli puanlama anahtarı şeklinde hazırlanmıştır. Böylece ölçeğin performansı oluşturan boyutlar hakkında derinlemesine bilgi sunması sağlanmıştır.

Performans boyutlarının/ölçütlerin belirlenmesi aşaması, dereceli puanlama anahtarının mantığını anlayabilme açısından önem taşımaktadır. Bu nedenle performansı oluşturan alt boyutlar/ölçütler belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının öğrencilerin matematiksel modelleme görevlerini gerçekleştirme düzeylerini belirlemeleri için hazırlanan bu ölçekte Blum ve Leiß' in (2007) durum modelli modelleme döngüsünün 7 aşaması dikkate alınmıştır. Bu ölçütler; problemi anlama, problemi basitleştirme/yapılandırma, matematikleştirme, matematiksel çalışma, yorumlama, doğrulama ve raporlaştırma şeklindedir. Böylece öğrencilerin modelleme sürecini başarılı bir şekilde tamamlayabilmesi için gerekli olan kritik yeterlikler tanımlanmıştır.

Performans/yeterlik düzeylerinin saptanması aşamasında performans/başarı düzeyini gösteren kategoriler; rakamlarla veya betimleyici ifadelerle ya da bunların ikisi birlikte kullanılarak belirtilebilmektedir (Sezer, 2005). Burada her ikisi de kullanılmıştır. Düzeylerin her bir boyut için gözlenmesini ve ölçülebilmesini sağlamak amacıyla en düşük performanstan en yüksek performansa kadar genellikle tek sayıda düzeyler belirlenmesi uygun görülmektedir. Bu bağlamda grupların süreçte hangi aşamada ne düzeyde olduklarını belirleyebilmek için Herget ve Torries-Skoumal' ın (2007) modelleme sürecindeki belirlediği boyutlar, Ludwig ve Xu' nun (2008) 6 düzeyi, Keskin' in (2008) aktardığına göre De Terssac' ın (1996) belirlediği öğrencilerin sınıf içi iletişim, müdahale ve değerlendirme becerileri, Maaß' ın (2006) ile Berry ve Houston' ın (1995) belirlediği modelleme yetenekleri ile Kim ve Kim' in (2010) öğrenci aktiviteleri göz önünde bulundurularak yeterlik düzeyleri belirlenmiştir. Buradan hareketle analitik dereceli puanlama anahtarında 3 tip puanın yer aldığı (1-3) puanlama sistemi ve "başlangıç düzeyi", "kabul edilebilir", "oldukça başarılı" şeklinde 3 yeterlik düzeyi kullanılmıştır.

Performans tanımlarının yazılması aşamasında bireysel farklılıkların öğrenme düzeylerine olan etkisi nedeniyle farklı boyutlarda ve düzeylerde performans tanımları yapılmalıdır (Sezer, 2005). Bu bağlamda performansın her düzeyine karşılık boyutlarla/ölçütlerle uyumlu bir tanım listesi hazırlanmıştır. Beklenen en iyi performans düzeyi tanımlandıktan sonra en düşük performans düzeyine dek tanımlar belirlenmiştir. Buna göre performans boyutlarına göre performans tanımlarının ve performans düzeylerinin uygulanışını örneklemek amacıyla aşağıdaki tablo hazırlanmıştır. Tablo 4.5' te sadece problemi anlama ve raporlaştırma boyutları/ölçütleri için 1-3 puanlamasının nasıl yapıldığı açıklanmıştır. Diğer boyutlar/ölçütler için puanlamada aynı yapı dikkate alınmıştır. Bu bağlamda yetersiz düzeyde yaklaşım sergilemeye 1 puan verilirken gerçek anlamda istenen duruma uygun yaklaşım sergilemeye ya da yeterli düzeyde yaklaşım sergilemeye 3 puan verilmiştir.

Tablo 4.5: MMSDÖ' ye ait "Problemi Anlama" ve "Raporlaştırma" Boyutları

ÖLÇÜTLER	YETERLİK DÜZEYLERİ	GRUPLAR							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Problemi anlama	Öğrenciler problemi öğretmen yardımı almadan anlayabilmiştir. (3)								
	Öğrenciler problemi öğretmen yardımı alarak anlayabilmiştir. (2)								
	Öğrenciler problemi kısmen anlamıştır. (1)								
Raporlaştırma	Öğrenciler problemin çözümünü sözlü bir şekilde sunabilir ve çözümü doğru bir şekilde açıklayabilirler. Diğer gruplar tarafından farklı görüşler geldiğinde kendi çözümlerini savunabilirler.(3)								
	Öğrenciler problemin çözümünü sözlü bir şekilde sunabilir ve çözümü doğru bir şekilde açıklayabilirler. Ancak diğer gruplar tarafından farklı görüşler geldiğinde kendi çözümlerini savunamazlar.(2)								
	Öğrenciler problemin çözümünü sözlü bir şekilde sunamaz ve çözümü açıklayamazlar. Diğer gruplar tarafından farklı görüşler geldiğinde kendi çözümlerini savunamazlar.(1)								

Ölçütleri yüksek-orta-düşük yeterlik düzeyinde sergilemeye göre 3-2-1 diye puanlama sistemi hazırlanmıştır. Başarı düzeyleri Bukova-Güzel ve Uğurel' in (2010) çalışmasındaki yöntem kullanılarak belirlenmiştir. Ölçekten alınacak en düşük puan 7, en yüksek puan 21 olmak üzere;

<u>Düşük:</u> 7-10.4 arasında puan alanlar bu grupta yer almaktadır. Her bir ölçütten 1 puan alan bir öğretmen adayının başarı puanı 7 olup yetersiz kabul edilmektedir. Ölçütlerden 1.5 puandan fazla alan bir öğretmen adayının başarı puanı 10.5' tir ve bu öğretmen adayının performansında bir değişiklik oluşmaktadır. Dolayısıyla yetersiz başarı puanlarının üst sınırı 10.4 olarak belirlenmiştir.

<u>Orta:</u> 10.5-17.4 arasında puan alanlar bu grupta yer almaktadır. 1.5 ortalaması performans değişikliği gerektireceğinden alt sınır 1.5x7=10.5 olarak belirlenmiştir. Üst sınır belirlenirken de 2.5 ortalaması başarı puanlarında değişiklik gerektirecektir ki bu durumda 17.4' ün üst sınır olarak belirlenmesi uygundur.

<u>Yüksek:</u> 17.5-21 arasında puan alanlar bu grupta yer almaktadır. 2.5 ortalaması performans değişikliği gerektireceğinden alt sınır 2.5x7=17.5 olarak belirlenmiştir. Üst sınırın 21 olduğu aşikârdır.

4.3.3.1 MMSDÖ' nün Geçerlik ve Güvenirliği

Dereceli puanlama anahtarlarının kapsam geçerliği için ölçme değerlendirme ve matematik eğitimi uzmanlarının görüşleri alınmıştır. Uzman görüşlerine göre ve pilot uygulamaya dâhil olan öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmeler sonucunda ölçekte yer alan doğrulama ölçütüne ait ikinci kategori yeniden düzenlenmiştir.

Dereceli puanlama anahtarının güvenirliği için performans boyutlarının açık ve anlaşılır olması sağlanmıştır. Her bir performans boyutunun içeriği kendi amacıyla sınırlanmış ve binişik olmaları engellenmiştir. Performans tanımlarının ilgili performans boyutunu tam olarak yansıtabilmesi mümkün kılınmıştır. Performans düzeylerinin tanımlamalarına ilişkin betimsel açıklamaların düzeyleri doğru yansıtması temin edilmiştir. Performans düzeyleri, öğrenci grupları arasındaki başarı farklarını yansıtacak sayıda hazırlanmıştır.

Dereceli puanlama anahtarının güvenirliği için daha önce de belirtildiği üzere puanlamalar arasındaki tutarlılığın araştırılması gerekir. Bu noktada ilk olarak Pearson Momentler Çarpım Korelasyonu katsayısı hesaplanarak puanlayıcılar arasındaki tutarlılığa bakılmıştır (Kutlu, Doğan ve Karakaya, 2008). Bunun için de pilot çalışmadaki uygulamalara dâhil edilen öğrencilerin modelleme yeterliklerini belirlemek üzere yapılan puanlamalar arasındaki ilişkinin kuvveti araştırılmıştır. Burada puanlama araştırmacı ve öğretimi gerçekleştiren öğretmen adayı tarafından yapılmıştır. Korelasyon analizi sonuçlarına göre ilişkinin kuvvetini gösteren korelasyon katsayısı .86 çıkmıştır (Büyüköztürk, 2006). Puanlamalar arasında tespit edilen korelasyon katsayısı değerinin .70' ten büyük olması nedeniyle istenen şartın sağlandığı ve dolayısıyla puanlamalar arasındaki ilişkinin yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Buradan yola çıkarak dereceli puanlama anahtarındaki puanlamalar arası tutarlılığın sağlandığını söylemek mümkündür.

Puanlamalar arasındaki tutarlılığı gözlemlemek amacıyla bir diğer istatiksel yol olan Kappa katsayısının hesaplaması da yapılmıştır. Buna göre modelleme sürecini değerlendirme ölçeğinde gerekli hesaplamalar yapılarak gözlenen uyum yüzdesi .84 ile .938 arasında, şansa bağlı uyum yüzdesi .33 ile .35 arasaında değerler aldığı görülmüştür. Bu bağlamda, matematiksel modelleme sürecini değerlendirme ölçeği için Kappa katsayısı .75 ile .905 arasında değerler almıştır. Buna göre en düşük Kappa katsayısı .75 için MMSDÖ’ nün alt boyutlarına ilişkin Kappa katsayıları K_1 = .60, K_2 = .81, K_3 = .79, K_4 = .72, K_5 = .79, K_6 = .79 ve K_7 = .79 olarak hesaplanmıştır. Örnek teşkil etmesi amacıyla Kappa katsayısının hesaplanmasına yönelik olarak K_2 ye ilişkin bilgilere Tablo 4.6’ da yer verilmiştir.

Tablo 4.6: İkinci Boyut için Kappa Katsayısının Hesaplanması

	1. Puanlayıcı				
2. Puanlayıcı	**Düzeyler**	**1**	**2**	**3**	**Toplam**
	1	3	0	0	3
	2	0	2	1	3
	3	0	0	2	2
	Toplam	3	2	3	8

Pg= (3+2+2)/8= .875

Pb= [(9/8)+(6/8)+(6/8)]/8=.328

$$K = \frac{Pg - Pb}{1 - Pb} = \frac{.875 - .328}{1 - .328} = .81$$

Hesaplanan değerler göz önüne alındığında puanlamalar arası tutarlılılığın sağlandığı anlaşılmıştır. Hem korelasyon katsayısı hem de Kappa katsayıları ile birlikte MMSDÖ’ nün alt boyutlarıyla birlikte güvenilir olduğunu söylemek mümkündür. MMSDÖ’ ye EK D’ de yer verilmiştir.

4.3.4 Görüşme Formları

Çalışmanın üçüncü ve dördüncü araştırma problemlerine yanıt aramak amacıyla öğretmen adaylarının, öğrencilerin ve öğretmenlerin görüşlerine başvurulmuştur. Nitel araştırmalarda çok sık başvurulan veri toplama tekniği olan görüşme, görüşülen kişilere kendilerini birinci elden ifade edebilme fırsatı verirken, araştırmacıya da görüşme yaptığı kişilerin anlam dünyalarını, bakış açılarını, içinde bulundukları özel durumlara ait duygu, düşünce ve tecrübelerini yine onların ifadeleri yardımıyla derinlemesine anlama imkânı sunmaktadır (McCracken 1988: 9). Bogdan ve Biklen (1992) de benzer şekilde görüşmenin, insanların bakış açılarını, deneyimlerini, duygularını ve algılarını ortaya koymada oldukça güçlü bir yöntem olduğunu ifade etmiştir. Stewart ve Cash’ e (1985) göre ise görüşme, “önceden belirlenmiş ve ciddi bir amaç için yapılan, soru sorma ve yanıtlama tarzına dayalı karşılıklı ve etkileşimli bir iletişim süreci" olarak tanımlanmıştır. Siedman' a (1991) göre görüşme tekniğinin kullanılmasının temel amacı genellikle bir hipotezi test etmek değil; aksine diğer insanların deneyimlerini ve bu deneyimleri nasıl anlamlandırdıklarını anlamaya çalışmaktır.

Eğitimbilim alanında yapılan çalışmalarda genelde görüşme tekniğinin üç türü kullanılmaktadır (Gall, Borg ve Gall, 1996: 310; Holstein ve Gubrium, 1997: 113; Patton, 1987: 109; Robson, 1993: 230; Wragg, 1994: 272). Bunlar yapılandırılmamış görüşme, yapılandırılmış görüşme ve yarı yapılandırılmış görüşmedir. Yapılandırılmamış görüşme tekniğinin en önemli sınırlılığı araştırmanın amacıyla ilgili sistematik veri toplanması için çok zaman ve enerji gerektirmesidir. Benzer biçimde, bu sınırlılık verilerin analizine de yansımaktadır. Her bir kişiye farklı sorular sorulduğu için elde edilen yanıtlar da oldukça farklıdır. Bu düzensiz verilere bağlı olarak bir örüntü elde edilmesi de oldukça güçtür (Patton, 1990: 282). Yapılandırılmış görüşme tekniği yapı olarak kişinin kendine ait bilgiyi belirli kategorilere göre yanıtladığı anket çalışmalarına ya da tutum ölçeklerine benzemektedir (Robson, 1993, 231; Wragg, 1994, 272). Araştırmacı araştırmaya katılan her bir kişiye aynı soruları aynı biçimde ve aynı sözcüklerle sormaktadır.

Yarı yapılandırılmış görüşme tekniği ise yapılandırılmış görüşme tekniğinden biraz daha esnektir. Bu teknikte, araştırmacı önceden sormayı planladığı soruları içeren görüşme protokolünü hazırlar. Buna karşın araştırmacı görüşmenin akışına bağlı olarak değişik yan ya da alt sorularla görüşmenin akışını etkileyebilir ve kişinin yanıtlarını açmasını ve ayrıntılandırmasını sağlayabilir. Eğer kişi görüşme esnasında belli soruların yanıtlarını başka soruların içerisinde yanıtlamış ise araştırmacı bu soruları sormayabilir. Bu teknik sahip olduğu belirli düzeyde standartlık ve aynı zamanda esneklik nedeniyle eğitimbilim araştırmalarına daha uygun bir teknik görünümü vermektedir. Bu tekniğin araştırmacıya sunduğu en önemli kolaylık görüşmenin önceden hazırlanmış görüşme protokolüne bağlı olarak sürdürülmesi nedeniyle daha sistematik ve karşılaştırılabilir bilgi sunmasıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2005: 122-123). Bu haliyle eğitimbilim çalışmalarına daha uygun bir araştırma tekniği olduğu söylenebilir.

Bu bağlamda araştırmanın üçüncü ve dördüncü problemlerine yanıt aramak amacıyla için nitel araştırma yöntemlerinden en sık ve yaygın kullanılanı olan görüşme tekniği kullanılmıştır. Görüşmelerde standardı sağlamak ve karşılaştırmalı sonuçlar elde etmek için yarı yapılandırılmış görüşme tekniği tercih edilmiştir. Bu teknik Yıldırım ve Şimşek (2005: 122) tarafından görüşme formu yaklaşımı olarak adlandırılıp bu başlık altında incelenmiştir. Görüşme yönteminin temel boyutları; görüşme formunun hazırlanması, test edilmesi, görüşmelerin ayarlanması, hazırlıkların yapılması ve görüşmelerin gerçekleştirilmesidir. Bu noktada görüşme formu hazırlanırken; kolay anlaşılabilecek, odaklı, açık uçlu, farklı türden sorular yazmak, yönlendirmekten ve çok boyutlu sorular sormaktan kaçınmak, alternatif sorular ve sondalar hazırlamak, soruları mantıklı biçimde düzenlemek ve soruları geliştirmek önemlidir.

Buradan hareketle öğretmen adaylarının ve öğrencilerin modellemeye dayalı öğrenme-öğretme uygulamalarına ilişkin görüşlerinin ve öğretmen adaylarının mesleki yaşamlarında, birer öğretmen olarak, modellemenin uygulanabilirliğine ilişkin görüşlerinin alınmasına imkân veren açık uçlu sorulardan ve sondalardan oluşan yarı yapılandırılmış görüşme formları hazırlanmıştır. Geçerlik ve güvenirlik çalışması yapılan bu üç görüşme formu, EK E-G’ de sunulmuştur.

4.3.4.1 Görüşme Formlarının Geçerlik ve Güvenirliği

Araştırmada kullanılan yarı yapılandırılmış görüşme formlarının kapsam geçerliği için iki matematik eğitimi uzmanının görüşlerine başvurulmuştur. Görüşme formlarını oluşturan maddeler uzman görüşleri doğrultusunda ve çalışmanın amacına uygun olarak düzenlenmiştir. Görüşme formlarının güvenirliğini test etmek amacıyla pilot çalışmaya katılan paydaşların görüşleri de alınmıştır. Matematiksel modellemeye dayalı teorik ve uygulamalı eğitime katılan ve asıl çalışmada yer almayan öğretmen adaylarından basit tesadüfî yolla seçilen 5 ilköğretim matematik öğretmen adayı ile pilot çalışma gerçekleştirilmiştir. Pilot çalışmadaki uygulamaları gerçekleştiren 5 öğretmen adayının ve yine bu öğretmen adaylarının MEB’ e öğretmen olarak atandıktan sonraki meslek yaşamlarında görüşleri alınmıştır.

Öğretmen adayları ve öğretmenler için görüşme sorularının hazırlanması sürecinden biraz farklı olarak öğrenciler için görüşme formu hazırlanırken pilot çalışmadaki uygulamalara katılan bir grup öğrenciye önce Yurdakul’ un (2004) çalışmasında kullandığı envanterden yola çıkılarak hazırlanan bir envanter uygulanmıştır. Bu envanterde öğretim sürecine ilişkin boşluk doldurmalı ve açık uçlu sorular bulunmaktadır. Sorular şöyledir:

Öğrenme ortamına girdiğimde …. hissettim. Çünkü….
Öğrenme ortamında …..daha önceki derslerden farklıydı.
Öğrenme ortamında …sevdiğim etkinliklerdi.
Öğrenme ortamında … gibi şeylerden sıkıldım.
Grup çalışması yaparken … gibi şeylerde zorlandım.
Grup çalışmasında … olsaydı daha iyi olurdu.
Grup çalışması…gibi şeylerde bana katkı sağladı.
Grup çalışması yerine … olsaydı daha iyi olurdu.
Sınıf tartışması… gibi şeylerde bana katkı sağladı.
Sınıf tartışması sonucunda ulaşılan çözüm bence uygun değil çünkü …
Ders bittiğinde konuyla ilgili … öğrendim.
Ders bittiğinde kendimi… hissettim. Çünkü…
Derslerin bu şekilde işlenmesi konusunda görüşleriniz nelerdir?

Bu sorulara verilen yanıtlar incelenerek görüşme formunun ilk hali oluşturulmuştur. Görüşme formu yarı yapılandırılmış olmakla birlikte uzman görüşleri sonucunda ön form halini almıştır. Envanterin uygulandığı grubun haricinde pilot çalışmadaki uygulamalara katılan altı ortaokul öğrencisiyle görüşmeler yapılmıştır.

Görüşme formlarında yer alan maddelere verilen yanıtlar araştırmacı ve matematik eğitimi uzmanı tarafından analiz edilerek uygun temalara dönüştürülmüştür. İç tutarlılığın sağlanması amacıyla ortaya çıkan temaların altında yer alan verilerin anlamlı bir bütün oluşturup oluşturmadığı dikkate alınmıştır. Ortaya çıkan temaların tümünün birbirinden farklı olmakla birlikte kendi aralarında anlamlı bir bütün oluşturabilmesi gerekmektedir. Bu durum dikkate alınarak dış tutarlılık sağlanmıştır. Araştırmacı ve matematik eğitimi uzmanı birbirinden bağımsız olarak temaları belirlemede puanlama yapmışlardır. Bu puanlama sisteminde 1 puan için "yetersiz", 2 puan için "kabul edilebilir", 3 puan için "yeterli" ifadeleri kullanılmıştır. Puanlamalar arasındaki uyum yüzdesi "görüş birliği/ [görüş birliği+görüş ayrılığı] " formülü kullanılarak hesaplanmıştır (Miles ve Huberman, 1994: 64). Bu değerlerin % 70' ten büyük olması beklenir (Yıldırım ve Şimşek, 2005: 233).

Pilot çalışma sonrasında 5 öğretmen adayı ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşme verileri betimsel olarak analiz edilerek tematik kodlama yapılmış ve matematiksel modellemeye dayalı öğrenme-öğretme uygulamalarına ilişkin öğretmen adayı görüşlerinden; öğretimi planlama sürecine ilişkin görüşler, uygulama sürecine ilişkin görüşler ve modellemeye ilişkin tutumlar olmak üzere 3 tema elde edilmiştir. 5 ilköğretim matematik öğretmen adayının görüşlerinden elde edilen bu temaların derecelendirilmesi sonucunda puanlayıcılar (araştırmacı ve matematik eğitimi uzmanı) arası uyum temalara göre sırasıyla % 93, % 91, % 94 olarak bulunmuştur. Bu değerlerin % 70' in üzerinde olması nedeniyle oluşturulan bu 3 temanın asıl çalışmada kullanılabileceği yargısına ulaşılmıştır.

Benzer şekilde 6 ortaokul öğrencisinin görüşleri doğrultusunda elde edilen veriler betimsel olarak analiz edilmiş ve tematik kodlama yapılmıştır. Buna göre yedi tema elde edilmiştir. Bunlar; modellemeye dayalı öğretimin öğrenmeye katkıları, modelleme etkinliğine yönelik görüşler, öğretmenin rolüne yönelik görüşler, grup tartışmalarına yönelik görüşler, sınıf tartışmalarına yönelik görüşler, modellemenin matematik öğrenmede kullanımı ve kamera çekiminin etkilerdir. Puanlayıcılar (araştırmacı ve matematik eğitimi uzmanı) arası uyum yüzdeleri temalara göre sırasıyla % 93, % 91, % 89, % 92, % 97 ve % 95 olarak bulunmuştur. Bu değerlerin % 70' ten büyük olma şartını sağlaması nedeniyle elde edilen bu temaların asıl çalışmada kullanılabileceği yargısına ulaşılmıştır.

Nitel verinin sayısallaştırılması güvenirliği arttırmakta, yanlılığı azaltmakta ve ortaya çıkan tema veya kategoriler arasında karşılaştırma yapma ve nitel araştırma sonuçlarının daha geniş bir örnekleme ulaşılarak tekrar sınanmasına imkanı vermektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2005: 242). Bu bağlamda belirlenen temalar ve bu temaları oluşturan kategorilere ait frekans dağılımı hazırlanmıştır. Bunun yanı sıra veri setinin analizi daha sonra tekrar edildiğinde de aynı sonuçlara ulaşılarak değişmezlik sağlanmıştır. Tekrarlanabilirlik için veri setinin analizinde iki puanlayıcı rol almış ve puanlamalar arasında verinin analizi açısından % 94 uyum ve tutarlılık gözlenmiştir. Veri setinin analizine temel teşkil eden tema veya kategorilerin belirlenmesinde görüşler ve ilgili alan yazın dikkate alınarak yapılmış ve isabet ölçütü de sağlanmıştır.

5 öğretmen adayından MEB' e atandıktan sonraki meslek yaşamlarında birer matematik öğretmeni olarak elde edilen görüşme verileri betimsel analiz ve tematik kodlama yapılarak incelendiğinde dört tema ortaya çıkmıştır. Bunlar; modelleme algısı, modellemenin kullanımı, modellemenin öğretim sürecine katkıları,

modellemenin uygulanabilirliğini etkileyen faktörlerdir. Puanlayıcılar (araştırmacı ve matematik eğitim uzmanı) arası uyum temalara göre sırasıyla % 98, % 91, % 94 ve % 92 olarak bulunmuştur. Bu değerlerin de % 70' ten büyük olma şartını sağladığı ve benzer şekilde bu temaların asıl çalışmada kullanılabileceği yargısına ulaşılmıştır.

Nitel verinin sayısallaştırılması güvenirliği arttırmakta, yanlılığı azaltmakta ve ortaya çıkan tema veya kategoriler arasında karşılaştırma yapma ve nitel araştırma sonuçlarının daha geniş bir örnekleme ulaşılarak tekrar sınanmasına imkânı vermektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2005: 242). Bu bağlamda belirlenen temalar ve bu temaları oluşturan kategorilere ait frekans dağılımları hazırlanmıştır. Veri setinin analizi daha sonra tekrar edildiğinde de aynı sonuçlara ulaşılarak değişmezlik sağlanmıştır. Tekrarlanabilirlik için veri setinin analizinde iki matematik eğitim uzmanı rol almış ve bireyler arasında görüşme verilerinin analizi açısından da bu üç görüşme formu için sırasıyla % 92, % 94 ve % 95 uyum ve tutarlılık gözlenmiştir. Veri setinin analizine temel teşkil eden tema veya kategorilerin belirlenmesinde görüşler ve ilgili alan yazın dikkate alınmış ve isabet ölçütü de sağlanmıştır.

4.4 Verilerin Çözümlenmesi ve Yorumlanması

Araştırmada nicel verileri incelemek üzere parametrik olmayan test tekniklerinden İlişkili Ölçümler için Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile İki Değişken için Ki-Kare Testi kullanılmıştır. İlişkili Ölçümler için Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi, sosyal bilimlerde az sayıda katılımcı ile gerçekleştirilen araştırmalarda sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Katılımcıların fark puanlarının normal dağılım göstermediği durumlarda ilişkili t-testi yerine tercih edilmektedir. Wilcoxon işaretli-sıralar testi ya da Wilcoxon eşleştirilmiş çiftler testi olarak bilinen bu teknik, ilişkili iki ölçüm setine ait puanlar arasındaki farkın anlamlılığını test etmek amacıyla kullanılmaktadır. Bu test, ilişkili iki ölçüm setine ait fark puanlarının yönünün yanı sıra miktarlarını da dikkate almaktadır (Büyüköztürk (2006: 162, 163). çalışmada 17 öğretmen adayının öğretimi planlama yeterliklerine ilişkin ilk-son puanlamaları arasındaki farkın anlamlılığı Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi tekniği kullanılarak incelenmiştir.

Bunun yanı sıra öğrencilerin modelleme yeterliklerine ilişkin üç düzey elde edilmiştir. Buna göre modelleme yeterlikleri ve yeterlik düzeyleri olmak üzere iki kategorik değişken ortaya çıkmıştır. Elde edilen bu değişkenler arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığı iki değişken için ki-kare testi ile incelenmiştir. Ki-kare testi ile bu değişkenlerin düzeylerine (satır sayısı x sütun sayısı) göre oluşan gözeneklerde gözlenen sayılarla-değerlerle, beklenen sayıların-değerlerin birbirinden anlamlı bir şekilde farklılık gösterip göstermediği araştırılmaktadır. Buna göre iki sayı-değer arasındaki farkın artması, değişkenler arasındaki ilişkinin anlamlı çıkma olasılığını arttırması şeklinde açıklanmaktadır (Büyüköztürk, 2006: 148). Bu bağlamda öğrencilerin modelleme yeterliklerine ilişkin düzeyler arasında gözlenen durumların anlamlılığı iki değişken için ki-kare testi tekniği kullanılarak incelenmiştir.

Araştırmanın nitel alt problemlerini aydınlatmak üzere izlenen nitel veri çözümleme sürecinde; tümevarımcı bir yaklaşım izlenmiştir. Çözümleme süreci, çoğu zaman iç içe geçmiş işlemlerle gerçekleşse de, bu sürecin temel olarak 5 aşamada sonuçlandırıldığı söylenebilir. Bu aşamalar ön hazırlık, nitel verilerin kodlanması, temalara ulaşma, veriyi örgütleme, nitel bulguların yorumlanması ve raporlaştırılmasıdır. Aşamalarda izlenen süreç şöyledir:

Alanda bulunmadan önce ve alan çalışmaları sırasında, alan yazın sürekli okunmuştur. Bu okumalar, süreç içinde başlayan nitel çözümleme için araştırmacıya çerçeve oluşturmuştur. Bunun yanında, araştırmanın öncesinde belirlenen ve araştırmanın nitel alt problemlerinde de açıklığa kavuşan analitik sorular, araştırmacıya veri setinin çözümlenmesi konusunda bakış açısı kazandırmıştır.

Uygulama sonrasında, öncelikle tüm veriler bir araya getirilmiştir. Öğretmen adayları ve uygulamayı alan öğrencilerle yapılan görüşmelerden elde edilen ses kayıtları araştırmacı tarafından tek tek dinlenerek transkripsiyonu yapılmış ve bilgisayara aktarılmıştır. Yazılı olarak alınan ilköğretim matematik öğretmenlerinin matematik derslerinde modellemenin uygulanabilirliğine ilişkin görüşleri de bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Alandan elde edilen gözlem notları video görüntüleri ile birleştirilmiştir. Video-kamera görüntülerini araştırmacı ile birlikte bir matematik eğitimi uzmanı daha izlemiş, daha sonra alanda tutulan gözlem notları ile birleştirilerek yazılı hale getirilmiştir. Video görüntülerini iki kişinin izlemesi ve yazılı notlar almasının, nitel gözlem notlarının geçerliğine katkı getirdiği düşünülmektedir.

Araştırmanın nitel alt problemlerine yönelik nitel veri setine ulaşıldıktan sonra veri çözümleme sürecine başlanmıştır. Çözümleme öncesinde nitel veri seti farklı zamanlarda olmak üzere birkaç kez okunmuştur. Bu okumalarda, nasıl bir gruplamanın yapılabileceği üzerine düşünülmüştür. Kodlama sürecine geçilmeden önce alan yazına dayalı bir kod listeleri oluşturulmuştur. Bu kod listeleri ön okumalar sırasında ortaya çıkan kod, kavram ve temalar da bu listeye eklenerek kodlama listesinin genel çerçevesi oluşturulmuştur. Kodlamaya, veri setindeki anlamlı veri birimlerine kod listesiyle örtüşen uygun adlandırmalar yapılarak, öncelikle kağıt üzerinde başlanmıştır. Bunun için bir kodlama sistemi geliştirilmiştir. Etik sorunları gidermek üzere, öğretmen adayları "ÖA" kodu ile birlikte numaralandırılmıştır. Uygulamayı alan öğrenciler önce sınıf düzeyleri, sonra "Ö" ve daha sonra onları belirten sayılar şeklinde kodlanmıştır. Örneğin "6Ö1", altıncı sınıf öğrencisi olup bir numaralı öğrenci demektir. İlköğretim matematik öğretmenleri ise "İMÖ" şeklinde kodlanmıştır ve bu kodlara numaralar verilmiştir. Bu kodlamalar araştırmanın xii ile belirtilen sayfasında bulunan kısaltmalar listesi bölümünde de açıklanmıştır. Asıl kodlama, veri setinden çıkan ve alan yazından belirlenen kodlar üzerinde tekrar tekrar çalışılarak gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte, kodların sayısı ve içeriği sürekli değişmiştir. Sınıflama ve temalara ulaşma aşamasına geçmeden yapılan bir ön çalışmayla, bazı kodlar yeniden adlandırılmış ya da araştırma sorularıyla ilgili olmadığı düşünülen kodlar, kod listesinden çıkarılmıştır. Kodlama süreci, herhangi bir bölümde geçen anlam ve derinliği en iyi yansıtan kavramlarla gerçekleştirilerek tamamlanmıştır. Belirlenen kodların hangi temalar altında toplanacağına karar verilmiştir. Böylece tematik kodlama yapılarak nitel veri setinin analizi gerçekleştirilmiştir.

Raporlaştırmada, her alt problemin altında yer alacak temalar tanımlanmış, bu temaların altında yer alan gruplara yönelik betimlemeler yapılmış ve uygun olan odaklı alıntılarla alt probleme yönelik bulgular açıklanarak yorumlanmıştır. Nitel bulguların örgütlenmesinde ilişkileri açıklayarak, neden-sonuç ilişkileri kurarak, bulgulardan birtakım sonuçlar çıkararak ve okuyucunun dikkatini yeni örüntülere çekerek bütüncül anlamın oluşmasına katkı getirmeye çalışılmıştır.

4.5 Araştırmanın Geçerlik ve Güvenirliği

Araştırmada ölçülmek istenen verinin kullanılan araç ya da yöntemlerle gerçekten ölçülüp ölçülmeyeceğini kapsayan iç geçerliğin sağlanması gerekmektedir (Le Compte ve Goetz, 1982; Miles ve Huberman, 1994; Yıldırım ve Şimşek, 2005). Buna göre;

1. Bulgular doğrudan alıntılarla desteklenerek yorumlanmıştır. Bulguların anlamlılığını ve bütünlüğünü sağlayarak inandırıcılığı arttırmak adına gözlem, görüşme, video kaydı teknikleri kullanılarak nitel veri toplama yöntemlerinde çeşitlemeye gidilmiştir.
2. Bulguların tutarlılığını sağlamak için temaları oluşturan kodların kendi aralarında ve her bir temanın da bir diğeriyle tutarlılığı içsel homojenlik ve dışsal heterojenlik ölçütleri sağlanmıştır.
3. Bulgular matematiksel modelleme yaklaşımı çerçevesinde değerlendirilmiştir.
4. Bulgularda yer alan temalar, kimi zaman tümdengelim yöntemi kimi zaman da tümevarım yöntemi ile açıklanarak yorumlanmıştır.
5. Veri toplama araçlarının ilgili alan yazınla tutarlığı sağlanmıştır.
6. Video kayıtları zaman zaman öğrenme etkinliklerinden sonra öğretmen adayları ya da uygulamayı alan öğrencilerle izlenerek gözlenen ortam doğrulanarak alan kayıtları tutulmuştur.

Araştırmalarda dış geçerlik ise araştırma sonuçlarının genellenebilirliği ile ilgilidir. Gerçeğe yakınlığı temsil etme durumunun gruplar arasında doğru ve mantıklı bir şekilde kıyaslanabilirliğinin derecesini; bir diğer anlatımla kullanılan veri toplama araçlarının benzer gruplarda benzer sonuçları sağlayabilirlik derecesini göstermektedir (Le Compte ve Goetz, 1982; Miles ve Huberman 1994). Bu bağlamda, araştırmanın dış geçerliğini sağlamak için;

1. araştırmanın yöntemi, başka araştırmalarla karşılaştırma yapılabilecek şekilde ayrıntılı olarak açıklanmıştır.
2. ulaşılan bulgular, matematiksel modelleme yaklaşımına uygunluk açısından sürekli incelenmiş; böylelikle bulguların anlamına ve modelleme yaklaşımının uygulamadaki gerçekliklerine ulaşılmaya

çalışılmıştır. Böylece nitel bulgular analitik genellemeler yoluyla değerlendirilmiştir.

Güvenirlik ise, aynı sonuçların veya ölçümün farklı şartlarda tekrar elde edilebilmesi şeklinde tanımlanmaktadır (Roberst ve Priest, 2006). Marvasti (2004) güvenirliği, bir araştırmadan elde edilen sonuçların farklı araştırmacılar tarafından da elde edilmesi şeklinde yorumlarken Mayring (2000) güvenirlik için, ölçümün doğruluğunu, yaklaşımın doğruluğunu anlatmaktadır ifadesini kullanmıştır. Güvenirlik; araştırmada izlenen yöntemin ve işlemlerin açıklıkla betimlenmesiyle, kayıtların sunulmasıyla ve araştırmacının kişisel değerlerinin ve yanlılığının farkında olarak bunları açıklamasıyla sağlanabilmektedir (Glesne ve Peshkin, 1992; Le Compte ve Goetz, 1982; Miles ve Huberman, 1994). Yıldırım' ın (2010) aktardığına göre Daymon ve Holloway (2003) araştırma sürecinin tüm ayrıntılarıyla tanımlaması gerektiğini ifade etmiştir. Buna göre alan çalışmasında;

1. Alan yazın taraması yapılması,
2. Öğretmen adaylarına verilecek teorik ve uygulamalı eğitimin kapsamının ve öğrenme etkinliklerinin belirlenmesi,
3. Öğretmen adaylarına modellemeye dayalı teorik eğitim verilmesi,
4. Ayakkabı, trafik kuyruğu, telefon şirketi, arabanın yüzey alanı, Antartikanın yüz ölçümü gibi alan yazında bulunan problemler seçilerek modelleme sürecine uygun olacak şekilde öğretmen adaylarıyla uygulamalar yapılması,
5. Veri toplama araçlarının hazırlanması ve geliştirilmesi (asıl çalışmaya dâhil olmayan 5 öğretmen adayı ile pilot çalışmanın yapılması),
6. Asıl çalışmaya katılan öğretmen adaylarının ilk günlük ders planlarını hazırlamaları,
7. Günlük ders planlarının geliştirilmesi ve alan çalışmaları için uygunluğunun sağlanması (öğretimi planlama becerilerini geliştirme süreci),
8. Öğretmen adayları tarafından modellemeye dayalı öğretimin gerçekleştirilmesi (sürecin video-kamera ile kaydedilmesi, gözlemcinin bulunması),
9. Öğretmen adaylarının öğrencilerin modelleme yeterliklerini değerlendirmeleri,
10. Öğretmen adayları ve öğrencilerle görüşmeler yapılması,

11. Veri setinin yazıya dökümü, bilgisayar ortamına aktarımı,
12. Nitel ve nicel veri setinin analizi,
13. İlköğretim matematik öğretmenlerinin matematik derslerinde modellemenin uygulanabilirliğine ilişkin görüşlerini incelemek amacıyla görüşme formunun hazırlanması ve geçerlik ve güvenirlik çalışmasının yapılması,
14. İlköğretim matematik öğretmenlerine görüşme formunun mail yoluyla gönderilmesi ve geri dönüşler (yaklaşık 3 ay),
15. İlköğretim matematik öğretmenlerinin görüşme formuna verdikleri yanıtların bilgisayar ortamına aktarılması,
16. Görüşme verilerinin analizi,
17. Bulguların sunulması,
18. Bulguların alan yazınla ilişkilendirilerek tartışılması,
19. Sonuç ve önerilerin sunulması şeklinde süreç izlenmiştir.

Buna göre çalışmada güvenirliğini sağlamak amacıyla verilerin toplanması, analiz yöntemlerinin yorumlama süreçleri ve sonuçlara nasıl ulaşıldığı ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Süreç sonunda katılımcıların fikirlerini açıkça ortaya koyabilecekleri rahat ortamlarda görüşmeler yapılarak veriler toplanmıştır. Uygulamayı alan öğrencilerle yapılan görüşmeler genellikle rehberlik öğretmeninin odasında ya da uygulama okulunda uygun görülen sınıflarda yapılmıştır. Görüşmeler esnasında dışarıdan gürültü gelmesi, odaya girilmesi gibi öğrencilerin dikkatini dağıtacak bir durumun oluşmaması sağlanmaya çalışılmıştır. Bu konuda uygulama okullarının müdürleri ve matematik öğretmenleri yardımcı olmuşlardır. Görüşmeler ses kayıt cihazı ile kayda alınmıştır. Benzer şekilde öğretim süreci öğrencileri rahatsız etmeyecek ve çalışmaları odaklı olacak şekilde kayda alınmıştır. Böylece sürece ilişkin veri kaybı olması engellenmiş hem de sürecin net bir şekilde hatırlanması sağlanmıştır.

Sonuçların verilerle ilişkisinin test edilebilmesi, araştırmada izlenen yöntem ve süreçlere ilişkin alınan kayıtların kapsamının açık ve ayrıntılı tanımlanması sağlanmıştır. Bulguların yorumlanmasında farklı görüşlere ve aykırı açıklamalara yer verilerek bütünlük sağlanmıştır. Ayrıca ham verilerin başka araştırmacılar tarafından incelenebilmesi için saklı tutulmaktadır.

Verilerin sunumunda objektiflik esas alınmış ve bulgular ve ulaşılan sonuçlar katılımcıların bakış açılarından ve doğrudan yapılan alıntılarla desteklenerek olabildiğince nesnel sonuçlara ulaşılmaya çalışılmıştır. Glesne ve Peshkin (1992) nitel verilerin analiz sonuçlarının nitel araştırmalar konusunda uzman olan kişilerle paylaşılmasının ve onlardan dönüt alınmasının araştırmanın güvenirliğini arttıracağını belirtmişlerdir. Bu bağlamda uzman görüşlerine değer verilmiş ve önerileri dikkate alınmıştır. Aynı olayı farklı şekillerde incelemek araştırmanın güvenirliğini açısından önemli görülmektedir (Yıldırım, 2010). Buna göre veri çeşitlemesi ve yöntem çeşitlemesi yoluna gidilmiştir. Veri çeşitlemesi kapsamında veriler farklı öğrenci gruplarından, farklı okullardan ve farklı zamanlarda toplanmıştır. Asıl çalışmaya 5 ilköğretim okulunda yer alan farklı kademelerdeki sınıflar katılmıştır. Öğretmen adaylarının ve uygulama okulundaki matematik öğretmenlerinin ders programlarının uygunluğuna göre alan çalışmaları düzenlemiştir. Pilot uygulama sınıfları ile asıl uygulama sınıflarının aynı olmaması sağlanmıştır. Her iki amaç için kullanılan sınıfların başarı bakımından eş değer olmasına dikkat edilmiştir. Bu noktada uygulama okulu öğretmenlerinin görüşleri çalışmayı yönlendirmiştir. Yöntemsel çeşitleme kapsamında ise veri toplamak için birden fazla veri toplama tekniği kullanılmıştır.

5. BULGULAR

Araştırmanın her bir alt problemine yanıt aramak amacıyla toplanan veriler analiz edilmiş ve elde edilen bulgulara alt bölümlerde yer verilmiştir.

5.1 Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modellemeye Dayalı Öğretimi Planlama Yeterliklerine İlişkin Bulgular

Matematiksel modellemeye dayalı teorik ve uygulamalı eğitim verilen ilköğretim matematik öğretmen adaylarından asıl çalışmaya katılan 17' sinin matematiksel modellemeye dayalı öğretimi planlanmaları istenmiştir. Bu bağlamda öğretmen adaylarından 6-8. sınıflar matematik öğretim programından kendilerinin belirlediği bir kazanım doğrultusunda günlük ders planı hazırlamaları beklenmiştir. Öğretmen adaylarının modellemeye uygun olarak öğretimi planlamaları için ayrılan süre 2 aydır. İlk 3 haftalık süreçte araştırmacı, öğretmen adaylarının öğretimi planlama çalışmalarına müdahalede bulunmamış ve onları araştırmaya sevk etmiştir. Verilen süre sonunda öğretmen adayları günlük ders planında olması gereken boyutları dikkate alarak ilk günlük ders planlarını hazırlamışlardır. Öğretmen adaylarının hazırlamış oldukları bu ilk planlar araştırmacı ve matematik eğitim uzmanı tarafından GDPDÖ kullanılarak inecelenmiştir. Değerlendirmeciler birbirlerinden bağımsız olarak puanlamalarını yapmışlardır. Güvenirliğin sağlanması amacıyla iki puanlama arasından düşük olanı ilk puan olarak çalışmaya yansıtılmıştır. Bu puanlara Tablo 5.1.' de yer verilmiştir.

Analiz sonuçlarından öğretmen adayları haberdar edilerek kendilerine geri bildirimde bulunulmuştur. Takip eden 3 haftalık süreçte öğretmen adaylarının öğretimi planlama becerilerini geliştirmeleri için haftada 10 saat olmak üzere öğretmen adayları ile toplam 30 saatlik çalışma takvimi oluşturulmuştur. Bu takvim öğretmen adaylarının şubeleri ve öğretim türlerine göre ders programları, kpss kursuna gittikleri gün ve saatler, uygulama okullarındaki staj derslerinin günleri dikkate alınarak öğretmen adayları ile birlikte oluşturulmuştur.

Bu süreçte öğretmen adayları ile sohbet tarzında geçen bazen bireysel bazen de grup olarak görüşmeler yapılmıştır. Sürecin ilk aşamalarında grupla görüşmeler daha yoğunken, zamanla bireysel görüşmeler daha etkin olmuştur. Buna göre öğretmen adayları hazırlamış oldukları planları tekrar gözden geçirerek planda yer alan eksiklikleri giderme, etkinlikleri değiştirme veya iyileştirme yoluna gitmişlerdir.

Öğretmen adayları ile birlikte bu süreçte yapılan ilk görüşmelerin odağı, hangi kazanımın modellemeyle verileceği hangisinin verilemeyeceği yönünde olmuştur. Buradan hareketle öğretmen adaylarının dikkati alanyazında matematiksel modelleme üzerine yer alan çalışmalarda kullanılan modelleme görevlerine çekilmiştir. Öğretmen adayları mevcut modelleme etkinliklerini tekrar araştırmışlardır. Bu etkinliklerin temin edilmesinde gerekli durumlarda araştırmacı da öğretmen adaylarına rehberlik etmiştir. Öğretmen adayları modelleme görevlerini incelediklerinde genellikle diferansiyel denklemler, türev, üstel fonksiyon gibi üst düzey bilgi gerektiren durumlarla karşılaştıklarını belirtmişlerdir. Nitekim yapılan çalışmalarda tıp, fen ve mühendislik alanlarının uygulamaları yaygındır. Doğal olarak görevlerin güçlük düzeyi bir diğer görüşme konusu olmuştur. Öğretmen adayları bazı etkinlikleri kendilerinin dahi anlamadığını belirtmiştir. Bu noktada öğrencilerin seviyelerinin üstünde kalacak etkinliklerin bazıları direk elenmiş bazıları ise öğrenci seviyesine indirgemeye çalışılmıştır. Etkinliklerin 6-8 sınıf düzeyindeki öğrencilere hitap edebilecek şekilde düzenlenip düzenlenemeyeceğine öğretmen adayları ile birlikte karar verilmiştir. Öğretmen adayları için belirleyici diğer durumlar alan bilgilerine uygunluk ve uygulamaktan zevk alacakları etkinlikleri tasarlamaktır. Bu noktada öğretmen adayları özgür bırakılmıştır. Öğretmen adayları belirledikleri kazanımlara uygun olacak şekilde PISA' da sorulan sorulardan, mevcut modelleme problemlerinden, araştırmacı tarafından kendilerine sunulan modelleme uygulamalarından yola çıkarak önceden belirledikleri etkinlikleri düzenleme ya da yeni modelleme görevleri tasarlama yoluna gitmişlerdir.

Tasarım aşamasındaki bu modelleme görevlerinin modellemeye uygunluğu ve sınıf düzeyine uyarlanması konusunda öğretmen adayları mini uygulamalar yapmış, çalışma saatleri boyunca yaşadıklarını arkadaşlarıyla paylaşmış ve bu noktada önerileri dikkate almışlardır. Araştırmacının gözetiminde ve rehberliğinde gerçekleştirilen bu oturumlarda öğretmen adaylarının birbirlerinin görüşlerine değer verdiği, yapıcı eleştirilerde bulundukları ve düşüncelerini rahatlıkla ifade ettikleri gözlenmiştir. Öğretmen adayları modelleme görevlerinin sınıf düzeyine uygunluğunu araştırırken çalışma saatleri dışında modelleme eğitimi almış ancak alan çalışmasına dâhil olmayan diğer arkadaşlarının da görüşlerinden yararlandıklarını belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra öğretmen adayları 3 haftalık süreçte hazırlamış oldukları ders planlarını asıl uygulama sınıflarına benzer nitelikteki diğer sınıflarda uygulayarak uygulamayı etkileyen süre, sınıf düzeni, etkinliklerin güçlük düzeyi ve anlaşılabilirliği gibi değişkenler hakkında fikir sahibi olduklarını belirtmişlerdir. Deneyimleri doğrultusunda günlük ders planlarına son şeklini vermişlerdir. Böylece ders planlarının geliştirilmesini içeren süreç tamamlanmıştır.

Geliştirme süreci sonunda öğretmen adaylarının hazırlamış olduğu günlük ders planları yine araştırmacı ve matematik eğitim uzmanı tarafından GDPDÖ kullanılarak tekrar değerlendirilmiştir. Güvenilir sonuçlar elde edebilmek amacıyla ilk planlarda olduğu gibi iki değerlendirmeciye ait puanlamalar arasından düşük olanı çalışmaya yansıtılmıştır. Öğretmen adaylarının öğretimi planlamak amacıyla son halini verdikleri günlük ders planlarına ilişkin puanlar da Tablo 5.1’ de sunulmuştur.

Tablo 5.1’ e göre öğretmen adaylarının hazırlamış oldukları ders planları incelendiğinde modellemeye dayalı teorik ve uygulamalı eğitim süreci sonunda 3 öğretmen adayının düşük, 11 öğretmen adayının orta, 3 öğretmen adayının ise yüksek düzeyde öğretimi planlama yeterliğine sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Bir başka deyişle öğretimi planlamada öğretmen adaylarının % 64’ ünün orta düzeyde, % 18’ inin yüksek düzeyde yeterli olduğu, buna göre ilk durumda öğretmen adaylarının öğretimi planlamada % 82 oranında yeterlik sergilediği söylenebilir. Buradan hareketle, modellemeye dayalı teorik ve uygulamalı eğitim alan öğretmen adaylarının modellemeye dayalı öğretimi planlama konusunda bilgi sahibi olduklarını ve sahip oldukları teorik ve uygulamalı bilgiyi çalışmalarına yansıttıkları söylenebilir.

Tablo 5.1: Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modellemeye Dayalı Öğretimi Planlama Yeterliklerine İlişkin Betimsel Bulgular

Öğretmen Adayı	Plan	Ölçütler							Yeterlik Puanı	Yeterlik Düzeyi
		H	M	Ö	G	A	Y	S		
ÖA1	İlk	1	1	1	1	1	3	3	11	Orta
	Son	3	2	3	2	2	3	2	17	ORTA
ÖA2	İlk	1	2	3	2	2	3	1	14	Orta
	Son	3	3	3	3	3	3	3	21	YÜKSEK
ÖA3	İlk	1	1	3	2	2	3	3	15	Orta
	Son	3	3	3	3	3	3	2	20	YÜKSEK
ÖA4	İlk	1	3	3	2	2	2	1	14	Orta
	Son	3	3	3	3	3	3	3	21	YÜKSEK
ÖA5	İlk	1	1	1	2	1	1	1	8	Düşük
	Son	2	3	3	3	3	3	3	20	YÜKSEK
ÖA6	İlk	1	2	3	2	2	2	2	14	Orta
	Son	3	3	3	3	3	3	3	21	YÜKSEK
ÖA7	İlk	1	1	1	1	1	3	3	11	Orta
	Son	2	3	3	3	3	3	2	19	YÜKSEK
ÖA8	İlk	2	3	3	3	3	3	1	18	Yüksek
	Son	3	3	3	3	3	3	3	21	YÜKSEK
ÖA9	İlk	2	2	3	2	2	3	2	16	Orta
	Son	3	3	3	3	3	3	3	21	YÜKSEK
ÖA10	İlk	1	1	2	2	2	3	2	13	Orta
	Son	3	3	3	3	3	3	3	21	YÜKSEK
ÖA11	İlk	3	3	3	3	2	3	1	18	Yüksek
	Son	3	3	3	3	3	3	3	21	YÜKSEK
ÖA12	İlk	1	1	1	1	1	1	1	7	Düşük
	Son	2	3	3	3	3	3	2	19	YÜKSEK
ÖA13	İlk	2	3	3	3	3	3	2	19	Yüksek
	Son	3	3	3	3	3	3	2	20	YÜKSEK
ÖA14	İlk	1	2	3	1	1	1	2	11	Orta
	Son	3	3	3	3	3	3	3	21	YÜKSEK
ÖA15	İlk	1	1	2	1	1	1	1	8	Düşük
	Son	3	3	3	3	3	3	2	20	YÜKSEK
ÖA16	İlk	2	2	2	2	2	3	2	15	Orta
	Son	3	3	3	3	3	3	2	20	YÜKSEK
ÖA17	İlk	1	2	3	2	2	3	2	15	Orta
	Son	3	2	3	3	3	2	3	19	YÜKSEK

Öğretmen adaylarının geliştirme süreci sonunda nihai halini verdikleri ve alan çalışmaları için uygun hale getirdikleri günlük ders planları incelendiğinde öğretmen adaylarının % 94' ünün öğretimi planlamada yüksek düzeyde yeterliğe sahip olduğu tespit edilmiştir. 1 öğretmen adayının öğretimi planlamada ilk durumdaki gibi orta düzeyde yeterlik sergilemeye devam ettiği görülmüştür. ÖA1 ölçeğin ilk altı boyutunu gerçekleştirmede puanlarını yükseltmiş ancak son boyutta puan düşürdüğü için yüksek düzeyde yeterlik gösterememiştir. Bu da orta düzeyde yeterliğe sahip olmasına neden olmuştur. Geliştirme süreci ile birlikte günlük ders planı hazırlamada ilk duruma göre yeterlik oranında % 12' lik bir artış tespit edilmiştir. Bu artışa bağlı olarak öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun modellemeye dayalı öğretimi planlamada yeterli olduğu söylenebilir. Bu noktada geliştirme sürecinin öğretmen adaylarında modellemeye dayalı öğretimi planlama yeterliklerini geliştirmede etkili olduğu hipotezine ulaşılmıştır. Ulaşılan bu hipotezi test etmek amacıyla parametrik olmayan istatistiksel analiz tekniklerinden İlişkili Ölçümler İçin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır. Öğretmen adaylarının geliştirme süreci öncesi ve sonrası öğretimi planlama yeterliklerinin anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin Wilcoxon İşaretli-Sıralar Testi sonuçları Tablo 5.2' de verilmiştir.

Tablo 5.2: Öğretmen Adaylarının Modellemeye Dayalı Öğretimi Planlama Yeterlik Puanlarının Wilcoxon İşaretli-Sıralar Testi Sonuçları

Son Puan –İlk Puan	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p
Negatif sıra	0	0	0	-3.628*	.00
Pozitif sıra	17	9	153		
Eşit	0	-	-		

*negatif sıralar temeline dayalı

Analiz sonuçlarına göre çalışmaya katılan öğretmen adaylarının öğretimi planlama yeterlik puanları arasında geliştirme süreci öncesi ve sonrasına göre anlamlı bir farklılık olduğu ortaya çıkmıştır ($z = -3.628$, $p < .05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamları dikkate alındığında, gözlenen bu farkın pozitif sıralar, yani geliştirme süreci sonrasındaki puanlar lehine olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre, modellemeye dayalı öğretimi planlama yeterliklerinin geliştirilmesi yönündeki çalışmanın öğretmen adaylarının günlük plan hazırlama puanlarını arttırmada ve dolayısıyla öğretimi planlama yeterliklerini geliştirmede etkili olduğu ortaya konmuştur.

5.2 Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modellemeye Dayalı Öğretimi Uygulama Becerilerine İlişkin Bulgular

Çalışmanın bu bölümünde öğretmen adaylarının modellemeyi uygulama becerilerine ait bulgular yer almaktadır. Öğretmen adaylarının uygulama sürecinde sergiledikleri beceriler belirlenirken gözlem formundan elde edilen veriler incelenmiştir. Öğretmen adaylarının matematiksel modellemeye dayalı öğretimi uygulama becerilerine ilişkin bulgular Tablo 5.3' te sunulmuştur.

Tablo 5.3: Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modellemeye Dayalı Öğretimi Uygulama Becerilerine İlişkin Bulgular

Temalar	Alt temalar	Kategoriler	Frekans (f)
Sınıf ortamını hazırlama	Sınıfın fiziksel yapısını uygun hale getirme	Sıraları düzenleme	10
		Oturma düzenini dikkate alma.	7
	Öğrencileri sürece hazırlama	Grup sayısını belirleme	17
		Gruplar arası homojen dağılıma dikkat etme	14
		Grup içi heterojen dağılıma dikkat etme	14
		Öğretmen yardımı alarak grupları oluşturma	13
		Grupları öğretmen yardımı amadan oluşturma	4
		Grupları oluştururken öğrenci görüşlerini dikkate alma	3
Süreçteki rolü	Hazırlık etkinliğini sunma	Modelleme etkinliğine hazırlama	7
		Hazır bulunuşluğu ölçme	5
		Dikkat çekme	4
		Ön bilgileri hatırlatma	2
		İlgiyi sürdürme	1
	Modelleme etkinliğini sunma	Grup çalışmalarını takip etme	15
		Süreyi etkili kullanma	15
		Aktif katılımı sağlama	14
		Etkili iletişim kurma	12
		Derse dikkati çekme	11
		Alana hâkim olma	10
		Etkili öğrenmenin sağlanması	10
		Özgür bir çalışma ortamı sunma	8
		Gerekli açıklamaları yapma	8
		Rehberlik etme	8
		İlgiyi sürdürme	6
		Kalıcı öğrenmenin sağlanması	6
		Tartışmayı yönetme	5
		Merak uyandırma	5
		Görüşlerin paylaşılmasını teşvik etme	4
		Geri bildirimde bulunma	4
		Ses tonu, jest ve mimikleri etkin kullanma	4
		Düşünmeye teşvik etme	4
		Sorgulatma	2
		Çözümlerin savunulmasında öğrencileri cesaretlendirme	2
		Sınıfa hâkim olma	1
		Tahmin etmelerini sağlama	1
	Matematiksel kapsam açısından	Matematiksel gösterimleri ve terminolojiyi doğru kullanıp kullanmadıklarını kontrol etme	17
		Tüm değişkenleri kullanmalarını sağlama	15
		Tahmin etmelerini sağlama	10
		Hataları fark ettirme	8
		Birimleri çevirmede dikkatli olmaları konusunda öğrencileri uyarma	7
		Karşılaştırma yapmalarını sağlama	5
		Tam sayıya yuvarlama yapabilecekleri konusunda öğrencilere ipucu verme	3

Tablo 5.3 incelendiğinde öğretmen adaylarının modelleme sürecindeki uygulama becerilerine ilişkin iki ana tema ortaya çıkmaktadır. Bu temalar öğretmen

adayı için sınıf ortamını hazırlama ve süreçteki rolü olarak belirlenmiştir. Sınıf ortamını hazırlama temasını sınıfın fiziksel yapısını uygun hale getirme ve grupları oluşturma alt temaları oluşturmaktadır. Bu alt temaları oluşturan her bir kategoriye açıklık getirmesi amacıyla gözlem verilerine yer verilmiştir. Buna göre sınıfın fiziksel yapısını uygun hale getirmede öğretmen adaylarının gözlenmesi ile elde edilen durumlar şöyledir: ÖA1 ÖA2, ÖA3, ÖA4, ÖA5, ÖA8 ve ÖA11 sınıfın fiziki yapısı uygun olmadığı için oturma düzenine göre grupları yerleştirmiştir. ÖA6, ÖA7, ÖA12, ÖA9, ÖA10, ÖA13, ÖA14, ÖA15, ÖA16, ÖA17 grup çalışması için sıraları düzenleyerek sınıfı ders öncesi öğretime hazırlamıştır.

Bu gözlemlerden yola çıkarak on öğretmen adayının sıraları düzenleme yolu ile grupları yerleştirdiği, yedi öğretmen adayının ise oturma düzenini dikkate aldığı görülmektedir. Bunun yanı sıra bir öğretmen adayının matematik sınıfı kullanabilme fırsatı doğmuştur. ÖA13 ilk ve tek öğretmen adayı olarak matematik sınıfında öğretimi gerçekleştirmiştir. Ancak matematik sınıfının diğer sınıflardan bir farkının olmadığı görülmüştür. Bu bağlamda ÖA13 de grupları yerleştirirken sıraları düzenleme yoluna gidenler arasına dâhil edilmiştir.

Öğrencileri sürece hazırlama alt temasını oluşturan kategorilere yönelik her bir öğretmen adayı için gözlemler incelendiğinde şu durumlara ulaşılmıştır: ÖA1 çalışma gruplarını öğrencilerin isteği doğrultusunda ve yardım almadan oluşturmuştur. ÖA1, sınıf mevcudunun fazla olması nedeniyle grup sayısını arttırmak yerine gruplardaki üye sayısını arttırmayı tercih etmiştir. ÖA3 ve ÖA8 grupları oluştururken yardım almamış ve ÖA1 gibi öğrencilerin görüşlerine göre grupları oluşturmuştur. Ayrıca her grubun kendi içinde heterojen olmasına ve grupların benzer olmasına dikkat etmiştir. ÖA2, ÖA4, ÖA5, ÖA9, ÖA11, ÖA12, ÖA13, ÖA14, ÖA15, ÖA16, ÖA17 grupları dersin öğretmeninden yardım alarak oluşturmuşlardır. Ayrıca grup içinde heterojen, gruplar arası homojen dağılımı sağlamışlardır. ÖA6 grupları kendisi oluşturmuştur fakat grupların dağılımında benzerlik olması için öğretmenden yardım almıştır. ÖA7 ve ÖA10 grupları ders başlamadan önce öğretmen yardımıyla oluşturmuşlardır ve grupların benzer nitelikte olmalarına dikkat etmişlerdir. ÖA12 her grupta eşit sayıda öğrenci bulunmasına dikkat etmiştir. Öğretmen adaylarının genellikle tümünün grup sayısını kendilerinin belirlediği gözlenmiştir. Bu gözlemlerden yola çıkarak 13 öğretmen adayının grupları oluştururken dersin öğretmeninden yardımı aldığı, 4 öğretmen adayının ise öğretmen yardımı almadan grupları oluşturduğu tespit edilmiştir. 14 öğretmen adayının grupları oluştururken grup içi heterojen, gruplar arası homojen dağılıma dikkat ettikleri bilgisine ulaşılmıştır. Her grupta başarılı ve başarısız öğrenciler bulunmasına özellikle dikkat ettikleri ve bu konuda öğretmen yardımı aldıkları gözlenmiştir. Öğretmen yardımı almaksızın grupları oluşturan 3 öğretmen adayının ise öğrenci görüşlerini dikkate aldığı tespit edilmiştir. Grup sayısını belirlemede sınıf mevcudunun da dikkate alındığı göze çarpmaktadır. Buna göre bazı öğretmen adayları grup sayısını arttırmak yerine grup içindeki öğrenci sayısını arttırma yoluna gitmişlerdir. Bazıları ise her grupta eşit sayıda öğrenci olmasına dikkat etmiştir. Öğretmen adaylarının öncelikle grup sayısına karar verdikleri ve böylece grupları oluşturdukları söylenebilir.

Bir diğer bulgu olarak uygulayıcının süreçteki rolü ana teması ortaya çıkmaktadır. Bu temayı da oluşturan üç tema bulunmaktadır. Tablo 5.3 incelendiğinde uygulayıcının yani öğretmen adaylarının rollerinin hazırlık etkinliğini sunma, modelleme etkinliğini sunma ve matematiksel kapsam açısından değerlendirilerek belirlendiği görülmektedir. Hazırlık etkinliğini sunma bağlamında öğretmen adayının rolleri; modelleme etkinliğine hazırlama, ön bilgileri hatırlatma, hazır bulunuşluğu ölçme, derse dikkati çekme ve ilgiyi sürdürme olarak tespit edilmiştir. Bu kategoriler hakkında bilgi sunması amacıyla yapılan gözlemlere yer verilmiştir. Buna göre ÖA1 öğrencilere yakın çevreden sorularak yönelterek onların hazır bulunuşluğunu ölçmüştür. Öğrenciler etkinliği başarılı bir şekilde tamamlamıştır ve bunun neticesinde hazırlık etkinliği amacına ulaşmıştır. Perspektif konusu ilk defa ÖA3 tarafından verileceği için etkinlik hakkında olumsuz düşünenler olmuştur. Ama grup çalışması yaptıkları için duruma alışıp etkinlik hakkında fikirlerini paylaşmaya başlamışlardır. Etkinlik konu hakkındaki hazır bulunuşluklarının iyi bir seviyeye çıkmasını sağlamıştır. Bu bağlamda ÖA3'ün öğrencileri modelleme etkinliğine hazırladığı söylenebilir. ÖA5 ise bu etkinlik ile öğrencilerin hazır bulunuşluklarını ölçmüş ve modelleme etkinliğine geçişe zemin hazırlamıştır. ÖA6 yıldız etkinliği ile öğrencilerin dikkatini derse çekerken ÖA8 pantolon etkinliği ile öğrencilerin dikkatini çekmiştir. Uygulama esnasında öğrenciler çok sayıda fikir öne sürmüşler ve soruları yanıtlamaya istekli davranmışlardır. Bunun yanı sıra öğrenciler etkinlik üzerinde yoğunlaşabilmişlerdir. ÖA9 modellemede kullanılacak alan kavramı ile ilgili ön öğrenmeler ölçülecek şekilde derse giriş yapmıştır. Beklenen yanıtlar öğrencilerden gelmiştir. Etkinliklerde yer alan problemlerin öğrencilerin seviyesine uygun olduğu tespit edilmiştir. ÖA10 günlük hayattan bir durumdan yola çıkarak öğrencilerin hazır bulunuşluklarını ölçmüştür. Etkinlik ön bilgileri ölçme açısından gerekli bir etkinlik olarak görülmüştür. ÖA12 uzamsal zekâlarını yoklayan bir etkinlik hazırlamıştır. Böylece normalde dikkat etmeyecekleri birçok geometrik şekli maket üzerinde fark etmelerini sağlanmıştır. ÖA14 ve ÖA15 tahmin yürütmeye dayalı uygulamalarla hem öğrencilerin dikkatini derse çekmiş hem de ön bilgileri hatırlatmıştır. ÖA17 derse matematiksel kavramları hatırlatacak sorularla başlamıştır.

Kategorilere ilişkin olarak yapılan gözlemler incelendiğinde daha çok modelleme etkinliğine hazırlama, hazır bulunuşluğu ölçme ve derse dikkati çekme rollerinin öne çıktığı görülmektedir. Bu bağlamda hazırlık etkinliğinde bulunması gereken kriterlerin de sağlandığı görülmektedir. Sonuç olarak, öğretmen adaylarının gerçekleştirmiş oldukları uygulamalarda sergiledikleri davranışlarla bu durumu doğruladıklarını söylemek mümkündür.

Modelleme etkinliğini sunma açısından gözlemler değerlendirildiğinde öğretmen adaylarının çok sayıda davranış sergilediği ortaya çıkmıştır. Ders planlarında ağırlıklı olarak modelleme etkinliğinin yer alması ve öğretimin modellemeye dayalı olması nedeniyle bu durumun gerçekleştiği söylenebilir. Bu kategorilere açıklık getirmek amacıyla öğretmen adaylarının öğretim sürecinde gözlenmesi ile elde edilen durumlar şöyledir:

ÖA1 problem durumunun anlaşılması konusunda öğrencilere gerekli açıklamalar yapmış ve grup çalışmalarını süreç boyunca takip etmiştir. Grup çalışmalarına rehberlik etmiştir. Hazırlamış olduğu ders planına göre uygulama gerçekleştirmiştir. Hem günlük hayattan bir durum olması hem de uygulama öncesinde güncel bir konu olması nedeniyle etkinlik öğrencilerin dikkatini çekmiştir. Gruplar çözümler hakkında görüşlerini bildirirken tartışmayı yönetmiştir. Öğrencilere özgür bir çalışma ortamı sunmuş ve herhangi bir müdahalede bulunmamıştır. Öğrencilerin düşüncelerini açıklamalarına fırsat vermiştir. Gruplara buldukları değerlerin doğruluğunu sorgulatmak amacıyla sorular yöneltmiş ve tahmin yürütmelerini istemiştir. Bağımsız düşünmeleri konusunda öğrencileri teşvik etmiştir. Bunun yanı sıra grupların çözümlerini savunmaları konusunda onları cesaretlendirmiştir. Öğrenciler çözümler arasından en uygun olanına birlikte karar vermişlerdir.

ÖA2 sınıfa hâkimdir ve öğrencilerin dikkatini konuya yoğunlaştırmalarını sağlamıştır. Öğrenciler derse ilgiyle katılmışlardır. Etkinlik öğrencilerin dikkatini çektiği gibi öğrencilerin etkinlikler üzerinde aktif olarak çalıştıkları görülmüştür. Gruplar çalışmalarını kendi başlarına yürütebilmişlerdir. Gruplardan soru geldiğinde ÖA2 onlara yardımcı olmuştur. ÖA2 grupların çalışmalarını yakından takip etmiş ve onlara rehberlik yapmıştır. ÖA2' nin öğrencilerin tamamen aktif olduğu bir ortam sağladığı gözlenmiştir. Gruplar verilen sürede çalışmalarını tamamlayabilmişlerdir. Tartışma için çok fazla süre olmadığı için ÖA2 gruplara çözümler hakkında geri bildirimde bulunmuştur. 11 gruptan 6' sı modellemeyi başarılı düzeyde tamamlarken diğer gruplarda birtakım hatalı çizimler olduğu tespit edilmiştir. Bunun üzerine ÖA2 farklı düşünenlerin çözümlerini savunmalarını istemiş ve herkesin doğru çözüme hem fikir olduğu anlaşıldıktan sonra dersi sonlandırmıştır.

ÖA3 problem durumunu anlamayan gruplara problemle ilgili gerekli açıklamaları yapmıştır. Etkinlik hem öğrencilerin dikkatini çekmiş hem de onlarda merak uyandırmıştır. ÖA3 gruplara çalışmalarında rehberlik yapmış ve her grupla yakından ilgilenmiştir. Çözümler matematiksel gösterimlere dayanmadığı için çok boyutlu düşünmelerini gerektirmiştir. Gruplar tüm üyeleriyle etkinliklere katılım göstermişlerdir. ÖA3 grupların buldukları çözümleri sınıf ortamında tartışacakları bir ortam sağlamıştır. Sınıf tartışmalarında öğrencilerin düşüncelerini arkadaşlarıyla paylaşmaları için onları teşvik etmiştir. Etkili bir öğrenmenin gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Ders planına uygun olarak öğretimi verilen sürede tamamlayabilmiştir.

ÖA4' ün hazırlamış olduğu etkinliklerin öğrencilerin hazır bulunuşluğuna uygun olduğu gözlemlenmiştir. Öğrenciler etkinliklere aktif katılım göstermişlerdir. Bununla birlikte grup üyeleri birbirleriyle etkileşimde bulunarak etkinlik üzerinde çalışmışlardır. ÖA4 gerek ses tonunu gerekse mimiklerini kullanmada oldukça başarılıdır. Alana hâkim olduğu gözlenmiştir. Bu durumun bir yansıması olarak ÖA4'ün özgüveninin yüksek olduğu görülmüştür. Gruplardan gelen her türlü soruyu rahatlıkla cevaplayabilmiştir. Rehber konumunda olmuştur. Gerekli durumlarda geri bildirimde bulunmuştur. Her bir grubun çalışmasını yakından takip etmiştir. Gruplar çalışmalarını verilen sürede tamamlayabilmiştir. Plana bağlı kalarak dersin tüm aşamalarını gerçekleştirmiştir. Öğrenciler için 2 ders saatinin tam yerinde bir karar olduğu gözlenmiştir öyle ki sıkılmaya zaman bulamamışlar ve ilgileri de dağılmamıştır. Süreyi etkili kullanmıştır. Öğrencilerin günlük hayatta sıkça karşılaştıkları bir durumu modelleyebilmelerini sağlamıştır. Öğrencilerin grafik çizme becerilerini geliştirme adına başarılı bir uygulama olduğu düşünülmektedir.

ÖA5 grup çalışmalarını yakından takip etmiştir. Öğrenciler için özgür bir çalışma ortamı sunduğu gözlenmiştir. Gruplar zevkle çalışmışlardır ve tüm üyeler aktif katılım göstermişlerdir. Gruplardan gelen sorulara yanıt verebilmiştir. Gruplar çalışmalarını verilen süre içerisinde tamamlayabilmişlerdir. Kalıcı öğrenme sağlanmıştır böylece modelleme etkinliğinin amacına ulaştığı düşünülmektedir. Başarılı bir uygulama olmuştur.

ÖA6 modelleme etkinliği ile öğrencilerin daha çok ilgisini çekmiş ve ders boyunca ilgiyi sürekli kılmıştır. Gruplar çalışma kâğıdı dağıtılır dağıtılmaz etkinlik üzerinde çalışmaya başlamışlardır. Öğrenciler yeterli ön bilgiye sahip oldukları için etkinliği yapmada zorlanmamışlardır. Bu yönüyle seviyelerine uygu bir etkinlik hazırlandığı tespit edilmiştir. ÖA6 gruplar çalışmalarını sürdürürken anlayamadıkları yerlerde öğrencilere gerekli açıklamalarda bulunarak durumun anlaşılmasını sağlamıştır. Sınıfın fiziki yapısının ve belirlenen sürenin grup çalışmalarını yakinen takip etmede etkili olduğu düşünülmektedir. Gruplar çalışmalara etkin olarak katılım göstermişlerdir. Çoğu grup çalışmayı verilen süre içerisinde tamamlayabilmiştir. 2 gruba çalışmalarını tamamlayabilmeleri için 5 dakikalık ek süre verilmiştir. Gruplar matematiksel gösterim ve terminolojiyi doğru bir şekilde kullanmışlardır. Öğrencilerin alan formülünü verilere göre düzenlemede üst düzey düşünmeleri ve ezber yapmanın yeterli olmadığını görmeleri açısından uygulamanın başarılı bir çalışma olduğu düşünülmektedir. Çözümlerin sınıf ortamında tartışılması ile gruplar hatalarını fark etmiş ve etkili öğrenme gerçekleşmiştir. ÖA6 süreci etkin bir şekilde kullanmıştır ve öğretimi plana bağlı kalarak gerçekleştirebilmiştir.

ÖA7' nin gerçekleştirdiği öğretim sürecine öğrenciler etkin bir şekilde katılmışlardır. Neredeyse tüm gruplar yardım almaksızın problemi anlamışlar ve çalışmalara başlamışlardır. Sadece bir grup öğretmen yardımı alarak problemi anlamıştır. ÖA7 gruplara çok fazla müdahalede bulunmamış, gerekli yerlerde yardımcı olmuştur. ÖA7 tüm grupların çalışmalarını takip etmiştir. Grup içi çalışmalarda etkin katılım gözlenmiştir. Grup içi çalışmalarda öğrenciler arasındaki etkili iletişim dikkati çekmiştir. Gruplar çalışmayı belirlenen süre içerisinde tamamlayabilmiştir. 2 grup modelleme etkinliğini başarılı bir şekilde tamamlayabilmiştir. Öğrenciler tahtada çözümlerini savunmuşlardır. Farklı çözümler ortaya çıkınca gruplar çözümleri tekrar yaparak, buldukları çözümü doğrulamak istemişlerdir. Öğrenciler elde edilen çözümlerin doğruluğu/yanlışlığı hakkında ders sonunda bir karara varmışlardır. Gruplar doğru yanıta karar verdikten sonra ÖA7 de tüm sınıfa geri bildirimde bulunmuştur. Her grup diğer grubun çözümünü görebildiği ve tartışmaya katıldığı için tartışma amacına ulaşmıştır. Öğrenciler diğer grupların çözümlerinde bile gerekli dönütü alabilmişlerdir. ÖA7 tartışmayı etkili bir şekilde yönetmiş ve süreci etkili bir şekilde sonlandırmıştır. ÖA7' nin ders planını etkili bir şekilde uyguladığı düşünülmektedir. 2 ders saati olarak belirlenen sürenin uygun olduğu gözlenmiştir. Bu uygulama öğrencilerin mevcut bilgilerini pekiştirmiş ve kalıcı öğrenmeyi sağlamıştır.

ÖA8' in uygulama sürecinde grupların modelleme etkinliği üzerinde ilgiyle çalıştıkları gözlenmiştir. ÖA8 gerekli yerlerde gruplara yardımcı olmuş, her grupla tek tek ilgilenmiştir. Grupların sorularını geri çevirmemiş ve hepsini yanıtlayabilmiştir. Bütün gruplar modelleme etkinliği üzerinde çalışarak doğru sonuca ulaşmışlardır. Öğrencilerin neredeyse hepsinin sürece etkin olarak katıldığı gözlenmiştir. Öğrencilerin hazırlık etkinliği ile modelleme etkinliğinde arasındaki ilişkinin farkına varmaları sağlanmıştır. ÖA8 süreyi etkili bir şekilde kullanmıştır. Modelleme etkinliği süreçte etkili bir şekilde çalışmış ve başarılı olmuştur. Öğrencilerde kalıcı öğrenme sağlanmıştır.

ÖA9 problemin anlaşılmasında gruplara yardımcı olmuştur. Tüm gruplarla tek tek ve fazlasıyla ilgilenmiştir. Öğrencilere anlayamadıkları yerlerde gerekli açıklamalar yapmıştır. Grupların çalışmalarını rahatlıkla takip edebilmiştir. Çalışma belirlenen süre içerisinde tamamlanmıştır. Ulaşmaları gereken genelleme her ne kadar öğrencilerin seviyesinin üstünde de olsa öğrenciler üstün performans sergilemişlerdir. Sadece 1 grup öğretmen adayının yardımını almaksızın doğru yanıta ulaşmıştır. Diğer 4 gruptan 3' ü ise öğretmen yardımı ile doğru sonuca ulaşmıştır. Bu yönüyle etkinliğin % 80 başarıya ulaştığı düşünülmektedir. Bu bağlamda modelleme etkinliğinin büyük ölçüde amacına ulaştığı söylenebilir. Gruplar çözümlerde farklı gösterimler elde etmişlerdir, ancak sadeleştirme yaptıklarında aynı sonuca ulaştıklarını fark etmişlerdir. Bir grup çok uğraşmasına rağmen aynı genellemeye ulaşamamışlardır. Bu grup durumu açıklarken geliştirdikleri pek çok modelin genellemeye uygun olmadığını ifade etmişlerdir. ÖA9 grubun çabasını fark etmiş ve farklı düşünceler geliştirerek etkinlik üzerinde ısrarla çalışmayı sürdürdükleri için başarılı bulmuş ve çalışmalarını takdir etmiştir. ÖA9' un öğretimi plan dâhilinde gerçekleştirdiği ve süreyi etkili bir şekilde kullandığı gözlenmiştir.

Modelleme etkinliğinin öğrencilerin seviyesine uygun olduğu ve grupların dikkatini çektiği gözlenmiştir. Grupların etkinliği önce bitirebilmek için büyük bir heyecana kapıldıkları ve etkinlik üzerinde ilgiyle çalıştıkları görülmüştür. ÖA10 grupların anlamadığı yerlerde onlara gerekli açıklamalar yaparak yardımcı olmuştur. ÖA10 çalışmalar esnasında öğrencilere sorular yönelterek onları düşünmeye sevk etmiş ve onlara çalışmalarında rehberlik etmiştir. ÖA10 gruplara ipuçları da vermiştir ancak bu ipuçları bilgi verme şeklinde değildir. ÖA10 her grubun çalışmasını yakından takip etmiştir. Gruplar tüm üyeleri ile birlikte etkin katılım sağlayarak çalışmışlardır. Grup çalışması için ayrılan sürenin yeterli olduğu gözlenmiştir. ÖA10 plana uygun olarak öğretim gerçekleştirmiştir. Modelleme etkinliğinin somut ve günlük yaşamdan bir durum içerdiği görülmüştür. Buna göre etkinliklerin her öğrenciye hitap edebildiği ve öğrencilerde merak duygusu uyandırdığı gözlenmiştir. Öğrencilerin problemi çözmede çok istekli oldukları gözlenen bir diğer dikkat çekici durumdur. Gözlemlerden yola çıkarak başarılı bir uygulama olduğu ve öğrencilerin etkili öğrenmelerinin sağlandığı ortaya konmuştur.

ÖA11' in uygulamasında yer alan modelleme etkinliğinin öğrencilerde merak uyandırdığı gözlenmiştir. ÖA11 gruplardan gelen her türlü soruya yanıt verebilmiştir. Gruplar için özgür bir çalışma ortamı sunulduğu öğretim sürecinde modelleme etkinliği grupların dikkatini bir hayli çekmiştir. Gruplar etkinlik üzerinde aktif olarak çalışabilmişlerdir. Çözümlerin sınıf ortamında tartışılması esnasında öğrenciler düşüncelerini çekinmeden paylaşmışlardır. Çalışma için belirlenen sürenin uygun olduğu gözlenmiştir. Etkili bir sınıf tartışmasının gerçekleştiği düşünülmektedir. ÖA11 da tartışmayı etkili bir şekilde yönetmiştir. Gruplarda en uygun çözüme birlikte karar vermişler ve ortak bir düşünce geliştirmişlerdir. Bu yönüyle öğretim süreci öğrencilerin farklı bir tecrübe yaşamalarını sağlamıştır. Sonuç olarak ÖA11' in uygulamış olduğu modelleme etkinliğinin amacına hizmet ettiği çıkarımına ulaşılmıştır.

ÖA12 modelleme etkinliğine tetris oyunundaki parçalarla başlayarak derse dikkat çekmiştir. Modelleme etkinlikleriyle uğraşmak öğrencilere oyun gibi gelmiştir. İlk etkinlik sıkça oynadıkları bir oyun ile ilgili olduğu için onlara tanıdık gelmiştir. Bu bağlamda 2 boyutlu şekilleri 3 boyuta aktarmak oyunun bir üst seviyesi olarak görülmüştür. Gruplar etkinliklere aktif katılım göstermişlerdir. ÖA12 rehber konumunda olmuştur, gerekli durumlarda geri bildirimde bulunmuştur. ÖA12' nin her bir grubun çalışmalarını tek tek kontrol ettiği ve gruplardan gelen her türlü soruyu rahatlıkla cevaplayabildiği gözlenmiştir. Grup üyeleri birbirleriyle etkileşimde bulunarak etkinlik üzerinde çalışmışlardır. Gruplar çalışmalarını verilen sürede tamamlayabilmişlerdir. ÖA12 her bir etkinlik için çözümlerin tartışılması aşamasında farklı stratejiler kullanmıştır. İlk etkinlikte tüm grupların çözümlerini tahtaya asarak grupların hatalarını fark etmelerini sağlamıştır. İkinci etkinlikte her gruptan bir üye çözümü açıklarken diğerleri çözümlere ekleme ya da çıkarma yapmışlardır. ÖA12 aralarda dönütler vererek tartışmayı yönetmiştir. Son etkinlikte ise çözümlerin görsel olarak daha iyi anlaşılması için gruplardan çizimlerini renklendirmelerini istemiştir. Böylelikle öğrencilerin diğer grupların çözümlerini rahatlıkla görebilmeleri sağlanmıştır. Çizimlerin renkli olmaları öğrencilerin hoşuna gitmiştir. Çizimlerde hata olmaması nedeniyle başarılı bir etkinlik olduğu düşünülmektedir. Ancak üst düzey düşünme gerektiren parçaları sentezleme görevinde en başarılı grup 6. grup seçilmiştir. Modelleme etkinliği kapsamında hazırlanan etkinliliklerin birbirini tamamlayıcı nitelikte oldukları gözlenmiştir. Bu uygulamalar ile öğrenciler günlük hayatta sıkça karşılaştıkları 3 boyutlu şekillerin nasıl çizildiğinin ayrımına varmışlardır. Ayrıca sahip oldukları geometri bilgilerini kullandıkları bir uygulama olmuştur. Bu yönüyle etkinlik amacına ulaşmıştır. Öğrencilerin 3 boyutlu düşünme becerilerini geliştirme adına başarılı bir uygulama olduğu düşünülmektedir. ÖA12 plana bağlı kalarak dersin tüm aşamalarını gerçekleştirmiştir ve süreyi etkili bir şekilde kullanmıştır. Öğrenciler için 2 ders saati tam yerinde bir karar olmuş, sıkılmaya zaman bulamadıkları gibi ilgileri de dağılmamıştır. Bu çalışma öğrencilerin ilgisini çekmede ve çizimler konusunda yaratıcılıkların ortaya konmasında etkili bir çalışma olmuştur. ÖA12'nin her çalışmayı tek tek değerlendirebilmesi geri bildirim sağlamıştır. Çizimlerde olumlu pekiştireçler kullanarak grup çalışmalarında motivasyonu sağlamıştır. Öğrencilerin ders boyunca ilgisi dağılmamıştır. ÖA12 gerek ses tonunu gerekse mimiklerini kullanmada başarılı olmuştur. ÖA12’ nin alana hâkim olduğu düşünülmektedir. Bu durumun bir göstergesi olarak ÖA12’ nin öğretim esnasında özgüveninin yüksek olduğu gözlenmiştir.

ÖA13 grup çalışmalarını yeterince takip etmiştir. Öğrencileri düşünmeye sevk etmiştir. Gerektiğinde ipuçları vermiştir. Rehber konumunda olmuştur. Öğrenciler için özgür bir çalışma ortamı sunmuştur. Öğrencilerin zevkle çalıştığı gözlenmiştir. Modelleme etkinliği öğrencilerin dikkatini çekmiştir. Bu yönüyle tüm üyelerin uygulamaya aktif katılım gösterdiği görülmüştür. Gruplar, çalışmalarını verilen süre içerisinde tamamlamıştır. Etkinlik uzunluk, alan ve hacim hesabına dayalı olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda öğrencilerin bu üç durumu bir etkinlik içerisinde çalışmaları açısından modelleme etkinliği oldukça etkili olmuştur. Kalıcı öğrenme sağlanmıştır. Başarılı bir uygulama olmuştur. Öğrenciler önce tahmin etmişler, sonra tercih yapmışlar ve son olarak da doğrulama yapmışlardır. Bu bağlamda etkin ve verimli öğrenme gerçekleşmiştir. ÖA13 plana bağlı kalarak öğretimi gerçekleştirmiştir. Alana hâkim olması ses tonuna ve mimiklerine yansımıştır. Öğrencilerle iletişimi sıcak ve samimi olmuştur.

ÖA14’ ün hazırlamış olduğu modelleme etkinliği öğrencilerde merak uyandırmış ve dikkatlerini çekmiştir. ÖA14 gruplar için özgür bir çalışma ortamı sunmuştur. Gruplar sınıf içinde aktif olarak çalışabilmişlerdir. Gruplar sorularını çekinmeden ÖA14’ e yöneltmişlerdir ve ÖA14 de grupların sorularına yanıt verebilmiştir. ÖA14 gruplarla tek tek ilgilenmiştir. Grupların düşüncelerini açıklamaları için onlara sorular yöneltmiştir. Gruplara farklı çözüm yollarını denemeleri için fırsat vermiştir. Başarılı bir uygulama olmuştur. Çalışma için belirlenen süre uygundur. ÖA14 öğrencilerle etkili bir iletişim kurmuştur. Sıcak ve samimi davranmıştır. Gruplar çözümlerini savunmuşlardır. Çok sayıda ve mantıklı çözüm olduğu için en yakın sonuca 1 m^2 ye 13 kişi sığar yargısından yola çıkarak ulaşılmıştır. Özgün çözümler elde edilmiştir. Modelleme etkinliği amacına ulaşmıştır. Tüm öğrenciler tartışmaya katıldığı için öğrenme kalıcı ve anlamlı olmuştur. ÖA14 öğretimi plana uygun olarak gerçekleştirebilmiştir.

ÖA15 gruplarla tek tek ilgilenmiştir. Etkinlik yakın çevreden bir örnek içerdiği için grupların dikkatini çekmiş, öğrencilerde merak uyandırmıştır. ÖA15 grupların sorularına yanıt verebilmiştir, gruplara düşündürücü sorular yöneltmiş ve gruplar için özgür bir çalışma ortamı sunmuştur. Gruplar etkinlik üzerinde aktif olarak çalışabilmişlerdir. Gruplar çekinmeden sorularını yöneltmişlerdir. Çalışma için belirlenen süre uygundur. Gruplar çözümlerinin doğrulukları hakkında ortak bir düşüne üretmişlerdir. Özgün çözümler elde edilmiştir. Modelleme etkinliği amacına ulaşmıştır. Başarılı bir uygulama olmuştur.

Ö16' nın hazırlamış olduğu modelleme etkinliği öğrencilerin üç boyutlu düşünmelerini gerektiriyordu. Öğrencilerin seviyesine uygun etkinliklerdi. Modelleme etkinliği öğrencilerin dikkatini çekmiştir. ÖA16 grup çalışmalarını yeterince takip etmiştir. Onları düşünmeye sevk etmiş, gerektiğinde ipuçları vermiştir. Rehber konumunda olmuştur. Öğrencilere özgür bir çalışma ortamı sunmuştur. Öğrencilerin zevkle çalıştıkları gözlenmiştir. Tüm üyeler aktif katılım göstermiştir. Gruplar çalışmalarını verilen süre içerisinde tamamlamışlardır. Kalıcı öğrenme sağlanmıştır. Öğrenciler bu uygulama ile 3 boyutlu yapıların önce farklı yönlerden görünümlerini eşleştirmişlerdir, sonra farklı yönlerden görünümleri aynı olan yapıları ortaya çıkarmışlardır, son olarak da 3 boyutlu yapıları görünümlerine göre inşa etmişlerdir. Bu açıdan bakıldığında modelleme etkinliklerinin kendi içinde bütünsellik taşıdığı gözlenmiştir. Öğrenciler tüm etkinlikleri başarılı şekilde tamamlayabilmiştir. Bu bağlamda öğrencilerde anlamlı ve verimli öğrenme sağlanmıştır. İzometrik kâğıdı ilk defa kullanıyor olmaları öğrencileri zorlamış olsa da çalışmayı bırakmamış ve devam ettirmişlerdir. Öğrenciler etkinlik üzerinde ilgiyle çalışmışlardır. ÖA16 plana bağlı kalarak öğretimi gerçekleştirmiştir. Alana hâkim olması ses tonuna ve mimiklerine yansımıştır. Öğrencilerle iletişimi sıcak ve samimi olmuştur.

ÖA17' nin hazırlamış olduğu etkinlikte öğrenciler kutunun alanı ile pizzanın alanını ilişkilendirirken mevcut bilgilerini sorgulamışlardır. Bilgilerin pekiştirilmesi açısından başarılı bir uygulama olmuştur. Öğrencilerle bir modelleme uygulaması daha gerçekleştirildiği için bu uygulamayı merakla bekledikleri gözlenmiştir. ÖA17 grupların çalışmalarını rahatlıkla takip edebilmiştir. Grupların problem durumunu anlamlandırmalarında onlara yardımcı olmuştur. Süreçte öğrencilerin mevcut bilgilerini sorgulatacak şekilde sorular sormuştur. Özgür bir çalışma ortamı sağlamıştır. Çalışmalara müdahale etmemiş, plana uygun olarak öğretimi gerçekleştirmiştir. Tüm öğrenciler çalışmaya aktif katılım göstermiştir. Modelleme etkinliği mevcut bilgileri sorgulatma açısından başarılı olmuştur.

Öğretmen adaylarının modelleme etkinliğini sunma açısından süreçteki rolü temasını oluşturan kategoriler ve bu kategorilere açıklık getirmek amacıyla her bir öğretmen adayının uygulama becerilerine ilişkin alan notlarına yukarıda yer verilmiştir. Burada öne çıkan noktalar; grup çalışmalarını takip etme, süreyi etkili kullanma, aktif katılımı sağlama, derse dikkati çekme, alana hâkim olma, etkili öğrenmeyi sağlama, gerekli açıklamaları yapma, rehberlik etme ve özgür bir çalışma ortamı sunma olmuştur. Uygulayıcının modelleme etkinliğini sunma anlamında süreçteki rolünü özetleyici nitelik taşıyan bu kategorilere daha sonraki bölümlerde sunulan öğrenci görüşlerinde de sıkça rastlanmıştır. Bu bağlamda gözlemler yoluyla elde edilen bu bulguların öğrenci görüşleri ile desteklendiğini söylemek mümkündür.

Uygulayıcının süreçteki rolü temasına ilişkin olarak öğretmen adaylarının matematiksel kapsam açısından uygulama becerileri de ortaya konmuştur. Bu becerileri oluşturan altı kategori bulunmaktadır. Bunlar: matematiksel gösterimleri ve terminolojiyi doğru kullanıp kullanmadıklarını kontrol etme, karşılaştırma yapmalarını sağlama, tam sayıya yuvarlatma, birimleri çevirmede dikkatli olunması konusunda uyarılar yapma, tahmin yürütmelerini sağlama ve tüm değişkenlerin kullanılmasını sağlamadır. Her bir kategori için birkaç örnek sunularak duruma açıklık getirilmiştir.

ÖA1’ in uygulamasında gruplar çözümlerde köklü sayılar elde etmişler ve işlem hatası yaptıklarını zannetmişlerdir. ÖA1 öğrencilere işlemleri doğru yaptıkları konusunda geri bildirimde bulunmuştur. Bunun yanı sıra köklü sayıları en yakın tam sayıya yuvarlayabileceklerini söylemiş ve çalışmalarını devam ettirmeleri konusunda onları motive etmiştir. ÖA7’ nin uygulamasında ilk soruya tüm gruplar doğru yanıt vermiştir. Ayrıca matematiksel gösterim ve terminolojiyi doğru şekilde kullanmışlardır. Ancak ikinci soruda farklı yanıtlar geldiği için ÖA7 bu soruyu tartışmaya açmıştır. ÖA9’ un uygulamasında gruplar çözümlerini açıklarken matematiksel gösterimleri ve terminolojiyi doğru şekilde kullanmışlardır. 4 grubun buldukları formüllerin gösterimleri farklı olsa da ÖA9 tümünün doğru olduğunu gruplara bildirmiştir. ÖA10 öğrencilerin tahmin yürütme ve karşılaştırma yapma becerilerini geliştirmiştir. ÖA13, ÖA5, ÖA15 öğrencilere birimleri dönüştürme konusunda eksikleri olduğunu fark ettirmişlerdir. ÖA17' nin uygulamasında öğrenciler gerekli değişkenleri bulmuşlardır. Ancak formülleri ezberledikleri için genel bir çıkarıma ulaşamamışlardır. ÖA17 değişkenleri farklı şekillerde kullanmaları konusunda onları uyarmış ve bir çıkarıma ulaşmaları konusunda onları teşvik etmiştir.

Elde edilen bu gözlemlerin matematiksel kapsam açısından ele alındığı görülmektedir. Bu nedenle kategoriler özel durumları içermektedir. Tablo 4.3 incelendiğinde matematiksel gösterimleri ve terminolojiyi doğru kullanıp kullanmadıklarını kontrol etme, tüm değişkenleri kullanmalarını sağlama ve tahmin yürütmelerini sağlama kategorilerinin öne çıktığı görülmektedir. Bir önceki temada öne çıkan grup çalışmalarını takip etme davranışının etkilerinden biri de bu kategorilerdir. Bu nedenle bu kategorilerin belirgin olarak gözlenmesinin grup çalışmalarını takip etmenin doğal bir sonucu olduğu söylenebilir.

Tüm bu gözlenen durumlar öğretmen adaylarının modellemeye dayalı öğretimi uygulama becerileri hakkında bilgi sunmaktadır. Bu bulguları, öğretmen adayları ile yapılan görüşmelerden ve öğrencilerle yapılan görüşmelerden elde edilen bulgular destekler niteliktedir. Tekrar olmaması amacıyla destekleyici bulgulara yer verilmemiştir. Böylece uygulama sürecinin öğretmen rolleri açısından değerlendirilmesi tamamlanmıştır. Uygulama sürecini etkileyen bir diğer durum öğrencilerin modelleme yeterlikleridir. Bu durumun incelenmesi, uygulama süreci hakkında daha kapsamlı bilgiye ulaşılması açısından gereklidir.

5.3 Öğrencilerin Modelleme Yeterliklerine İlişkin Bulgular

Uygulama süreci bittikten sonra öğretmen adayları öğrencilerin modelleme yeterliklerini değerlendirmiştir. Bu değerlendirmeler yapılırken MMSDÖ kullanılmıştır. Öğretmen adaylarının uygulamaya katılan grupların modelleme yeterliklerine ilişkin değerlendirmeleri video kayıtları incelenerek de teyit edilmiştir. Bulgular sunulurken bütüncül çoklu durum çalışmasının özellikleri göz önünde bulundurulmuştur. Bu bölümde öğretmen adayları için ÖA kısaltması kullanılmıştır.

Öğretmen adaylarının geliştirmiş oldukları günlük ders planları ekler bölümünde EK H-Z' de sunulmuştur.

5.3.1 ÖA1' in Uygulamasına Katılan Grupların Modelleme Yeterliklerine İlişkin Bulgular

ÖA1, 8. sınıf matematik programından geometri öğrenme alanının, geometrik cisimlerin yüzey alanı alt öğrenme alanından belirlemiş olduğu "Dik prizmaların yüzey alanı bağıntısını oluşturur." kazanımına yönelik olarak hazırladığı plana ilişkin öğretim gerçekleştirmiştir. Modelleme etkinliğinde öğrencilerden Haydar Paşa Tren İstasyonunda çıkan yangın neticesinde çatının onarımı için gerekli kaplama malzemesini hesaplamaları istenmektedir.

ÖA1, hazırlık etkinliğine giriş yapmak amacıyla günlük hayattan örneklerle derse başlamıştır. Burada öğrencilere evlerin çatılarının hangi geometrik şekilde olabileceği yöneltilerek geometrik cisimler konusunda hazır bulunuşluklarını ölçmek istemiştir. Öğrencilerle geçen diyaloglara yer verilmiştir.

ÖA1: *Çevremizde pek çok bina var. Bu binaların çatıları sizce hangi geometrik şekle benzer olabilir?*
Öğrenciler: *Üçgen prizma, kare piramit, kare prizma, dikdörtgenler prizması, silindir, koni,vb. ...*
…

Burada ÖA1 anlamsız yanıtlara karşılık vermemiş ve konunun dağılmaması için soru sormaya devem etmiştir.

ÖA1: *Peki, prizma nelerden oluşur?*
Öğrenciler: *Üçgen, dikdörtgen, kare*
ÖA1: *Piramit hangi şekillerden oluşur?*
Öğrenciler: *Yan yüzeyler üçgen, taban kare, dikdörtgen, çokgen olabilir.*

Öğrencilerden gelen doğru yanıtlar doğrultusunda ÖA1 günlük hayattan bir başka durumu yakalayarak geometrik cisimlere ilişkin bilgilerini somut olarak görmek istemiştir.

ÖA1: *Elimizde küp şeklinde bir peynir var. Bu peyniri nasıl keserseniz üçgen prizma elde edersiniz?*
Öğrenciler*: Çapraz olarak keseriz, köşelerden.*

Parmak kaldıran öğrencilerden bir tanesi tahtaya çıkarak verdiği yanıtı açıklaması istenmiştir. Öğrenci tahataya küp çizmiş ve kesilecek bölgeyi tebeşirle boyayarak göstermiştir. Eğer boyadığı bölgeden keserse iki tane üçgen prizma elde edeceğini söylemiştir. Bunun üzerine ÖA1 üçgen prizmanın temel elemanlarına ilişkin bilgilerinden emin olmak istemiş ve soruları farklı şekillerde tekrar yöneltmiştir.

ÖA1: *O halde prizmanın tabanı nedir?*
Öğrenciler*: Üçgen, kare, dikdörtgen*
ÖA1*: Taban dikdörtgen midir? Yan yüzeyler hangi geometrik şekildir?*
Öğrenciler: *kare ...*
ÖA1: *Kare mi? Emin misiniz?*
Öğrenciler: *kare!...*
ÖA1: *Ama ben küp şeklinde bir peynir demiştim*
Öğrenciler: *biz de yanlar kare demiştik...*
ÖA1: *Ben size yanlış cevap dedim mi? Peki, o halde tabanlar nedir?*
Öğrenciler: *Üçgen…*

ÖA1 beklediği yanıtlar gelince modelleme etkinliğine geçmiştir. Problem durumunun yer aldığı modelleme görevi çalışma kâğıtlarında yazılı olarak gruplara sunulmuştur. Öğrencilere problem üzerinde çalışmaları gereken süreyi bildirdikten sonra çözümlerin her birlikte tartışılacağını, bu nedenle kâğıdın ilgili bölümlerine yaptıkları çözümleri anlatmalarını söylemiştir. Gruplar problem durumunu dikkatli bir şekilde okuduktan sonra problemi çözme yoluna gitmişlerdir. ÖA1 çözüm sürecinde öğrenci çalışmalarını takip etmiştir. Bu noktada çalışma gruplarına ait diyaloglardan bazılarına örnek olması amacıyla yer verilmiştir.

Bir grup

Öğrenci1: *eğer çatıyı 3 parçaya bölersek (yanmış kısmı gösteriyor), bence bir tanesinin alanını bulabiliriz.*
Öğrenci2: *tamam, bu ikisini napcaz? (2525m^2 ve 6200m^2 şeklinde verilen iki sayısal veriyi soruyor)*
Öğrenci3: *bak, 2525 ile ifade dilen yer burası, bahçesiyle birlikte tüm yüzey alanı. 6200 ise sadece çatı için verilmiş.*
Öğrenci2: *tamam da 6200' ü 3'e mi böleceğiz?*
Öğrenci4: *niye bunu yapıyoruz?*
Öğrenci5: *6200, 3'e bölünemez ki?6 artı 2, eşittir 8 ve 8,3 ile bölünemez.*
Öğrenciler: *biz biraz daha düşünelim iyisi mi…*

Bir başka grup

Öğrenci1: *6a^2 = 2525. 2525'i 6'ya böl.*
ÖA1: *2525'i niye 6'ya bölüyorsunuz?*
Öğrenci1: *Çünkü bu kısım yok*
Öğrenci2: *O halde 5'e bölmeliyiz, 6'ya değil.*

Tren istasyonu bahçesiyle birlikte prizmaya benzetilmiş ve yüzeyler sayılarak 6 bulunuyor. Bunu fark eden ÖA1 gruba şöyle bir soru yöneltmiştir:

ÖA1: *Binanın oturduğu zemin 2525 m^2, evlerin oturduğu alanı düşünün…*

Bunun üzerine Öğrenci1 tren istasyonunu 3 parçaya ayıran bir çizim yaptı ve

Öğrenci1: *a^2 den 3 tane var.*
Öğrenci2: *nasıl a^2 den 3 tane var?*
Öğrenci3: *öğretmen şunu diyor, silginin alt tabanına baksana!*
Öğrenci1: *bu esnada küpün tabanını tarıyor.*
Öğrenci2: *işte ben de aynı şeyi söylüyorum.*

Zemin konusunda bir karara varıyorlar.

Öğrenci1: *bütün olarak bahçesi de dahil 2525m^2, 6200 sadece çatılar için olan kısım.*
Öğrenci2: *2525, bir tam kare mi? Ben anlamadım, bu şekil bütün olarak bir kare mi yoksa dikdörtgen mi?*
ÖA1: *Sence neye benziyor?*
Öğrenci2: *dikdörtgen*
Öğrenci1: *bence kare…*
Öğrenci2: *o zaman ben diyorum ki 2525 bir şeyin karesi olmak zorunda….*

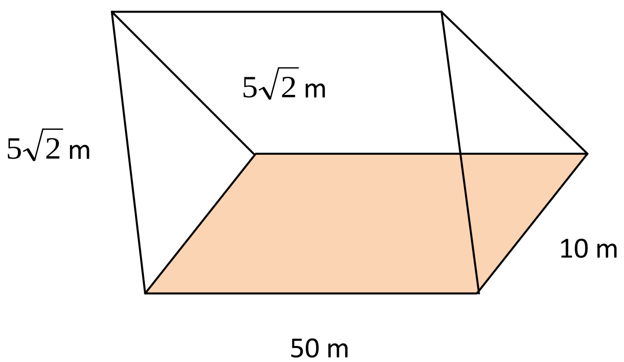
Bir diğer grup

Öğrenci1*: uzunluklar eğer 25m ve 100m olursa, yaklaşık değer bulabiliriz.*
ÖA1: *uzunlukları belirlerken pencereleri saymayı düşündünüz mü?*
Öğrenci1: *hayır, biz pencereleri hesaba katmadık…*

Bunun üzerine öğrenciler şekli tekrar incelemeye başlamışlardır.

Öğrenci1*: 4 parça var, 2500ü 4' e böleriz. 3'e bölersek, bahçeyi hesaba katmış oluyorz. Ama 4' e bölersek bahçe dışındakileri ayrı ayrı hesaplayabiliriz. Biz 625 m^2 bulduk.*
ÖA1: *peki, çatının zemini ne?*
Öğrenci2: *Üçgen*
Öğrenci3: *hayır, kare...*
ÖA1: *çatı, düzlemsel şekil mi?*
Öğrenci 1: *buralar düzlemsel, kenarlar…*

Verilen süre sona erdiğinde tüm çözümler tahtada sunulmuştur. 8. gruptan bir öğrenci tahtaya üçgen prizma çizmiştir.



Garın zeminini bütün olarak bahçesiyle birlikte kare olarak düşünmüşlerdir. Garın kapladığı toplam alan 2500 m^2 olmak üzere çatı zemininin uzunlukları yaklaşık olarak 50 m ve 10 m olarak alınmıştır. Tabanı 10 m, kenarları $5\sqrt{2}$ m olmak üzere ikizkenar üçgen çizdiler. Buna göre üçgenin yüksekliği 5 m dir. Matematiksel çözümleri şu şekildedir: (50 x 10) + (50 x $5\sqrt{2}$ x 2) + (10 x 5) / 2 + (10 x 5) / 2 = 550

+ $500\sqrt{2}$ = 1255 m^2. Bu bağlamda, kullanılacak kaplama malzemesi 1255 m^2 olarak bulunmuştur.

4. grup çatı zemininin kenar uzunluklarını 30 m ve 120 m olarak almıştır. Buna gore, 3-4-5 dik üçgenine uygun olacak şekilde ikizkenar üçgenin kenarları 30 m, 25 m, 25 m olarak hesaplanmıştır. Matematiksel çözümleri şu şekildedir: (120 x 25 x 2) + (120 x 30) + (30 x 20) = 10200 m^2. 6. grupta çatı üçgen prizma şeklinde tasarlanmış ve çatının zeminine ait uzunluklar 150 m ve 40 m olarak alınmıştır. Buna göre üçgenin yüksekliği 25 m, kenarları ise 40 m, $5\sqrt{41}$ m ve $5\sqrt{41}$ m olmaktadır. Bu durumda (150 x 40) + (150 x $5\sqrt{41}$ x 2) + (40 x 25) = 6000 + 1500$\sqrt{41}$ m^2, bu değer yaklaşık olarak 14500 m^2 ye karşılık gelmektedir.

5. grup tarafından da çatı üçgen prizma şeklinde tasarlanmıştır ve dolayısıyla a^2 = 2525, a = $5\sqrt{101}$m olarak hesaplanmıştır. Buna göre, çözümleri ve ulaştıkları sonuçlar benzerlik göstermiştir. 1. grup çatının zeminini 50 m ve 20 m olacak şekilde almıştır. Üçgenin kenarları 20 m, $5\sqrt{5}$ m ve $5\sqrt{5}$ m, yüksekliği ise 5 m dir. Buna göre (50 x 20) + (50 x $5\sqrt{5}$ x 2) + (20 x 5) = 1100 + $500\sqrt{2}$ = 1805 m^2 lik kaplama malzemesi gerekli bulunmuştur.

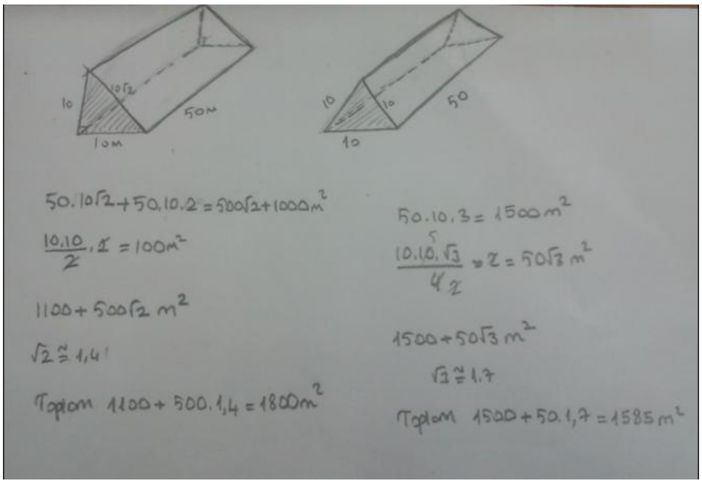
7. grubun çözümü şu şekildedir: Dik üçgenin kenar uzunlukları (10 m, 10 m, $10\sqrt{2}$ m) olmak üzere, çatı zemininin uzunlukları 50 m ve 10 m olarak alınmıştır. Buna göre 1100 + $500\sqrt{2}$ m^2 lik (1800 m^2) kaplama malzemesi gerekli bulunmuştur. Eşkenar üçgenin kenar uzunlukları (10 m, 10 m, 10 m) ise 1500 + $50\sqrt{3}$ m^2 (1585 m^2) kaplama malzemesi gerektiği hesaplanmıştır. Sınıf tartışmaları sonucunda 8., 5., 1. ve 7. grupların çözümleri doğru kabul edilmiştir. ÖA1' in uygulamasına katılan grupların modelleme yeterliklerine ilişkin bulgulara Tablo 5.4' te yer verilmiştir.

Tablo 5.4: ÖA1'in Uygulamasına Katılan Grupların Modelleme Yeterliklerine İlişkin Bulgular

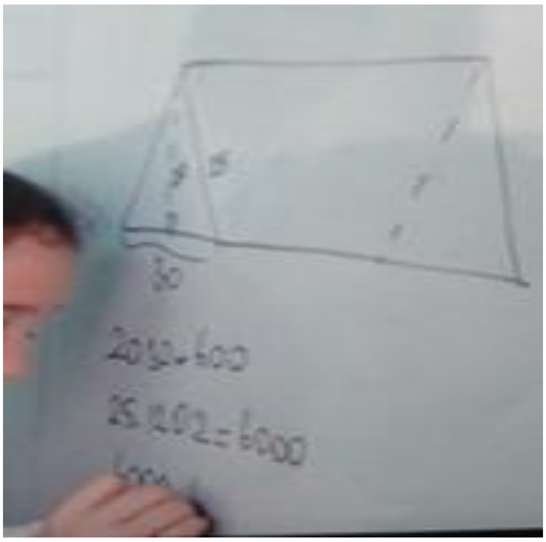
Ölçütler	**1. grup**	**2. grup**	**3.grup**	**4. grup**	**5. grup**	**6. grup**	**7. grup**	**8.grup**
Problem anlama	1	2	1	2	2	1	1	2
Basitleştirme/ Yapılandırma	1	2	1	3	2	1	2	3
Matematikleştirme	2	2	1	3	2	1	2	3
Matematiksel çalışma	3	1	1	2	3	2	3	3
Yorumlama	3	1	1	2	3	2	3	3
Doğrulama	3	1	1	3	3	2	3	3
Raporlaştırma	3	1	1	2	3	2	3	3
Toplam puan	16	10	7	17	18	11	17	20
Yeterlik düzeyi	**Orta**	**Düşük**	**Düşük**	**Orta**	**Yüksek**	**Orta**	**Orta**	**Yüksek**

Tablo 5.4 incelendiğinde 2 grubun yüksek, 4 grubun orta, 2 grubun düşük düzeyde modelleme yeterliği sergilediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu uygulamada 1 grubun problemi anlama ve problemi basitleştirme/yapılandırmada; 2.grubun matematiksel çalışma, yorumlama, doğrulama ve raporlaştırmada; 3. grubun her bir aşamada; 6.grubun problemi anlama, problemi basitleştirme/yapılandırma ve matematikleştirmede; 7. grubun ise problemi anlamada başlangıç düzeyinde yeterlik sergilediği görülmüştür. Düşük düzeyde modelleme yeterliğine sahip gruplar için belirleyici bir durum ortaya çıkmıştır. Bu gruplar modelleme yeterliklerinden en az 4' ünde istenilen puanları elde edememiştir. Nitekim alan yazın da hangi modelleme yeterliklerinde zorlanıldığının belirlenmesini önermektedir. Bu bağlamda her bir modelleme yeterliğinde zorlanıldığı tespit edilmiştir. Özel olarak problemi anlamada 4 grup; problemi basitleştirmede/yapılandırmada 3 grup; matematikleştirme, matematiksel çalışma, yorumlama, doğrulama ve raporlaştırmada ise 2 grubun zorlandığı dikkati çekmektedir. Bu uygulamada grupların en çok problemi anlamada zorlandıkları söylenebilir. Uygulamayı örnekleyen şekillere Şekil 5.1-5.3' te yer verilmiştir.

Şekil 5.1: Grup Çalışmalarından Örnekler-1



Şekil 5.2: Grup Çalışmalarından Örnekler-2



Şekil 5.3: Çözümlerin Sunumu

5.3.2 ÖA2' nin Uygulamasına Katılan Grupların Modelleme Yeterliklerine İlişkin Bulgular

ÖA2, 8. sınıf matematik programından cebir öğrenme alanının, denklemler alt öğrenme alanından belirlemiş olduğu "Doğrusal denklem sistemlerini cebirsel yöntemlerle çözer." ve " Doğrusal denklem sistemlerini grafikleri kullanarak çözer." kazanımlara yönelik olarak hazırladığı plana ilişkin öğretim gerçekleştirmiştir. Modelleme etkinliğinde öğrencilerden Palandöken ile ilgili dağcıların ön keşif yaparak ulaştıkları bilgilerden yola çıkarak verilen yükseklik değerlerinde sıcaklık değerlerini hesaplamaları istenmektedir.

ÖA2 öğrencilere hazırlık etkinliğini sunmuştur. Öğrencilerden biri çok kısa bir zaman içinde doğru sonuca ulaşabilmiştir. Doğru orantı kullanarak sıcaklıkları hesaplamaya çalışanlar olmuş ancak kritik noktaya dikkat etmeyenler yanlış sonuçlara ulaşmıştır. ÖA2, 2400 m' den başlayarak yapılan hesaplarda sıkıntı olabileceğini baştan başlayarak giderlerse daha kolaylıkla ilerleyebileceklerini söylemiştir. ÖA2 bu anlamda gerektiğinde ipuçları vermiştir. Bireysel olarak doğru sonuca ulaşanların sayısı çok değildir.

ÖA2 modelleme etkinliğini grup çalışması olarak sunmuş ve gruplar birlikte çalışarak hazırlık etkinliğinde elde ettikleri sonuçları daha kolay hesaplamışlardır. Gruplar grafik çizmede zorlanmamışlardır. ÖA2 öğrencilere tek bir grafikle hem a hem de b şıkkını gösterebileceklerini söylemiştir. Ama yine de iki grafik çizen gruplar olmuştur.

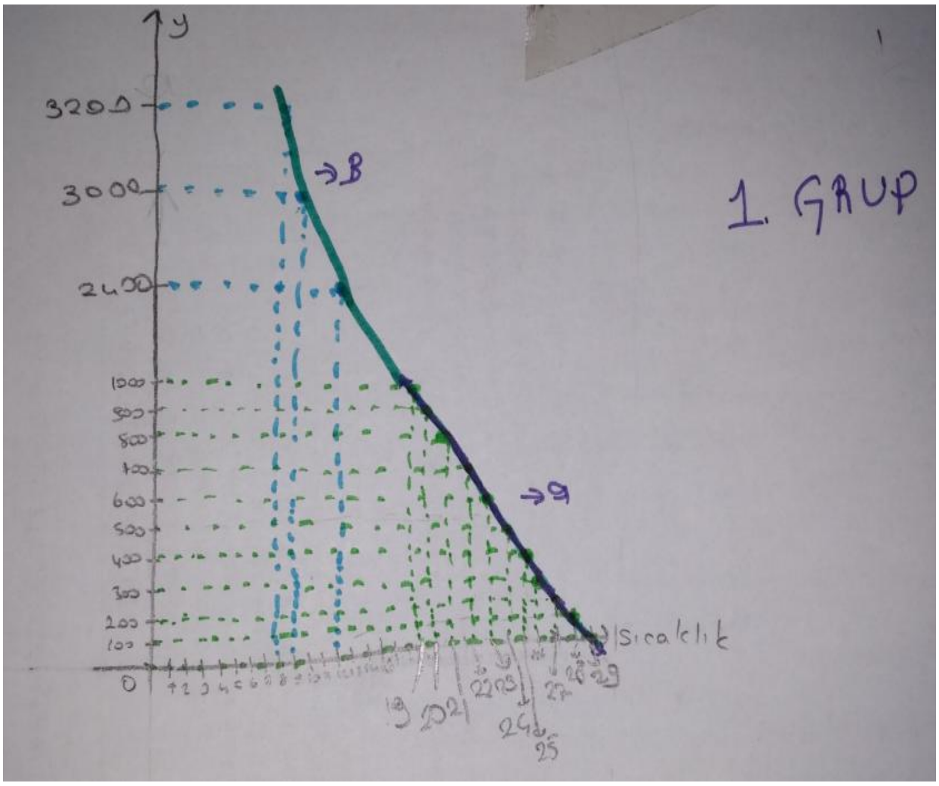
ÖA2, 1000 m' nin neden kritik olduğunu sınıfa sorduğunda doğru yanıt öğrencilerden gelmiştir. Etkinlikler incelendiğinde hazırlık etkinliğinin 1., 4., 5., 6. gruplar tarafından doğru şekilde tamamlandığı görülmüştür. Modelleme etkinliği ile ilgili tüm çözümler tahtaya asılmıştır ancak ÖA2 zaman kazanmak amacıyla hataların bulunduğu grupların çözümleri üzerinde durmayı tercih etmiştir. Ancak hataların sorgulanması amacıyla gruplara çözümlerini savunmalarını söylemiştir. 2. grupta grafik çiziminde hatalar vardır. 3. ve 9. grupta değerler hatalı bulunmuştur. 7.grupta sütun grafiği çizilmiştir. 8. grupta yer seviyesi anlaşılamamıştır. 10.grupta mantık hatası yapılmıştır. 11. grupta ise problem anlaşılmamıştır. Bu noktada yapılan hatalar gruplar tarafından da ifade edildikten sonra başarılı olan çözümler konusunda ortak görüş öğrenciler tarafından ortaya konmuştur. Bunun üzerine ÖA2 de 1., 4., 5. ve 6. grupların modelleme etkinliğini başarıyla tamamladığını açıklayarak dersi sonlandırmıştır.

ÖA2' nin uygulamasına katılan grupların modelleme yeterliklerini değerlendirmelerine ait bulgular Tablo 5.5' te sunulmuştur. Buna göre 4 grup yüksek, 5 grup orta, 2 grup da düşük düzeyde modelleme yeterliği sergilemiştir. Bu uygulamada 5 grupta matematikleştirme, matematiksel çalışma, yorumlama ve doğrulamada zorlanıldığı tespit edilmiştir. Ancak bu durum sadece düşük düzeyde modelleme yeterliğine sahip gruplarda değil, orta düzeyde modelleme yeterliği gösteren gruplarda da gözlenmiştir.

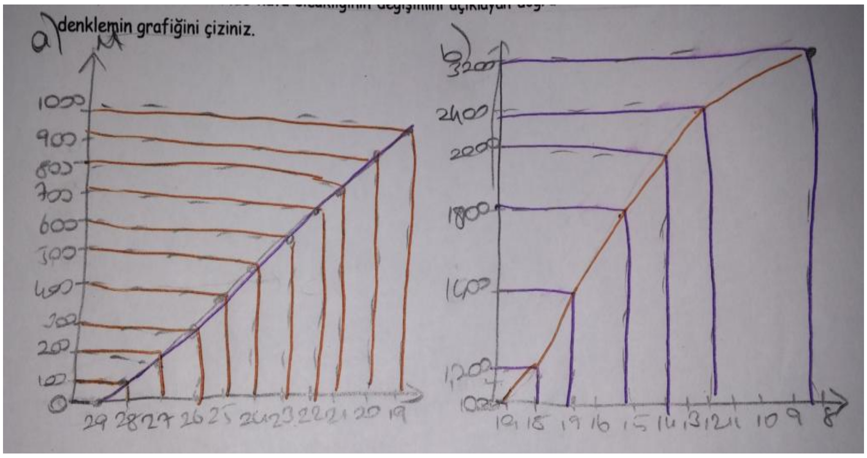
Tablo 5.5: ÖA2' nin Uygulamasına Katılan Grupların Modelleme Yeterliklerine İlişkin Bulgular

Ölçütler	**1. grup**	**2. grup**	**3. grup**	**4. grup**	**5. grup**	**6. grup**	**7. grup**	**8. grup**	**9. grup**	**10. grup**	**11. grup**
Problem anlama	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2
Basitleştirme/ yapılandırma	3	2	2	3	3	3	2	2	2	2	2
Matematikleştirme	3	1	2	3	3	3	1	2	1	1	1
Matematiksel çalışma	3	1	2	3	3	3	1	2	1	1	1
Yorumlama	3	1	2	3	3	3	1	2	2	1	1
Doğrulama	3	1	2	3	3	3	1	2	1	1	1
Raporlaştırma	3	2	3	3	3	3	2	3	2	2	2
Toplam puan	21	11	16	21	21	21	10	16	12	11	10
Yeterlik düzeyi	**Yüksek**	**Orta**	**Orta**	**Yüksek**	**Yüksek**	**Yüksek**	**Düşük**	**Orta**	**Orta**	**Orta**	**Düşük**

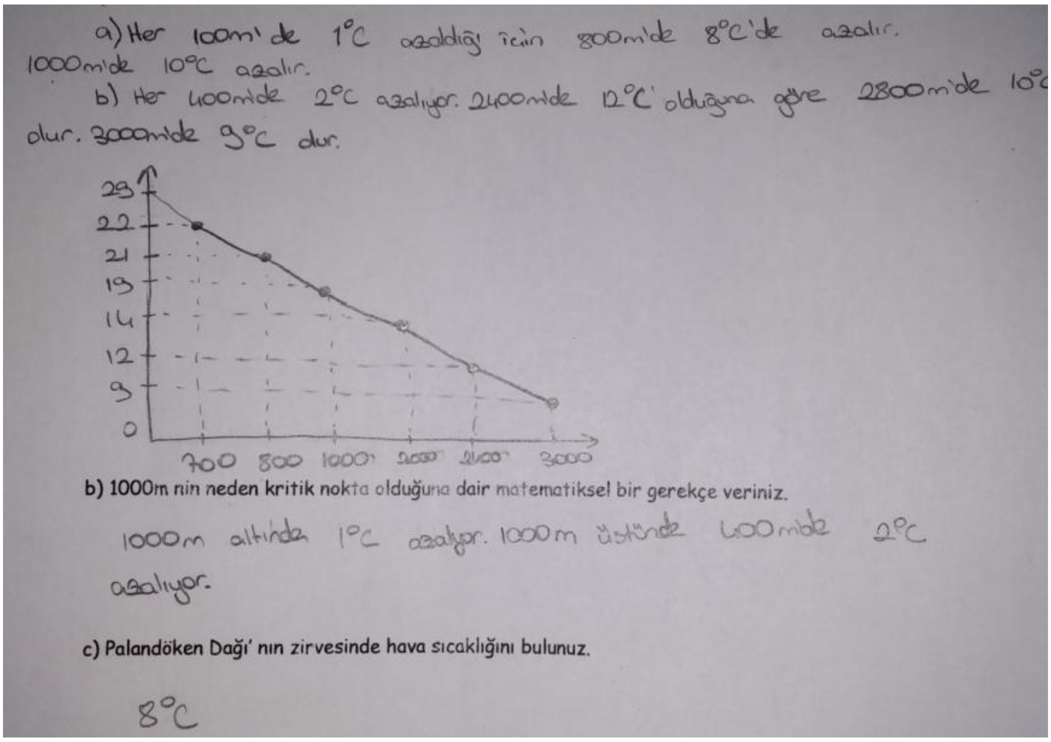
Bireysel olarak çalışırken hazırlık etkinliğini tamamlayamayan öğrenciler grup çalışması ile hatalarının ve eksiklerinin farkına varmışlardır. Grafik çizimini doğru yapabilmek için hazırlık etkinliğinin doğru yapılması gerekmektedir. Bu bağlamda etkinlikler ilişkili olduğu için bireysel çalışmada başarısız olanlar modelleme etkinlikte grup üyelerinin yardımı ile hazırlık etkinliği hakkında da fikir sahibi olmuşlardır. Bu anlamda hazırlık etkinliğinin bireysel çalışılması onları düşünmeye sevk etmiştir. Grup sayısının bu denli fazla olması nedeniyle ve süre bakımından tartışma için yeterli zaman olmayacağını fark eden ÖA2 pratik bir şekilde çalışmayı toparlayarak etkili şekilde sonuçlandırmıştır. 1, 4 ve 10. grupların çalışmalarını yansıtan görsellere Şekil 5.4-5.6' da yer verilmiştir.



Şekil 5.4: Grup Çalışmalardan Örnekler-1



Şekil 5.5: Grup Çalışmalardan Örnekler-2



Şekil 5.6: Grup Çalışmalardan Örnekler-3

5.3.3 ÖA3' ün Uygulamasına Katılan Grupların Modelleme Yeterliklerine İlişkin Bulgular

ÖA3, 8. sınıf matematik programından geometri öğrenme alanının, iz düşümü alt öğrenme alanından belirlemiş olduğu "Bir küpün, bir prizmanın belli bir mesafeden görünümünün perspektif çizimini yapar" kazanımına yönelik olarak hazırladığı plana ilişkin öğretim gerçekleştirmiştir. Modelleme etkinliğinde öğrencilerden gemide bulunan yolcunun çekmiş olduğu 6 fotoğrafı sıralamaları istenmektedir.

Bu uygulamada öğrencilerin perspektif konusunda bilgi sahibi olmadıkları net olarak bilinmektedir. Çünkü perspektif ilk defa 8. sınıf programında yer almaktadır. Bu bağlamda ÖA3 hazırlık etkinliğine modelleme etkinliği içinde yer vermeyi tercih etmiştir. Nitekim günlük hayatta fotoğraf çekme davranışı sıkça karşılaşılan bir durumdur. Fotoğrafın hangi açıdan ve nereden çekildiğine bağlı olarak alınan görsel değişiklik göstermektedir. Bu noktada günlük hayatında bilinçli olmadan perspektifin kullanıldığı pek çok durumun olduğu öğrencilere fark ettirilmek istenmiştir.

Bu amaç doğrultusunda ÖA3 hazırlamış olduğu modelleme etkinliğini gruplara sunarak dersi başlatmıştır. Gruplar çalışma kâğıdını alır almaz problem durumunu incelemeye başlamışlardır. Genel olarak modelleme görevinin tüm grupların dikkatini çektiği gözlenmiştir.

Çalışmalara hemen başlayan 9. grup önce 3. şeklin çekim yerini 4 fabrikanın sağı olarak işaretlemiştir. 4. grup ise ilk etapta bir şey yapamamış ve problemi durumunu doğru anlamayı tercih etmiştir. Burada örnek teşkil etmesi amacıyla 1. grupta yaşanan sürece ve aralrında geçen diyaloglara yer verilmiştir.

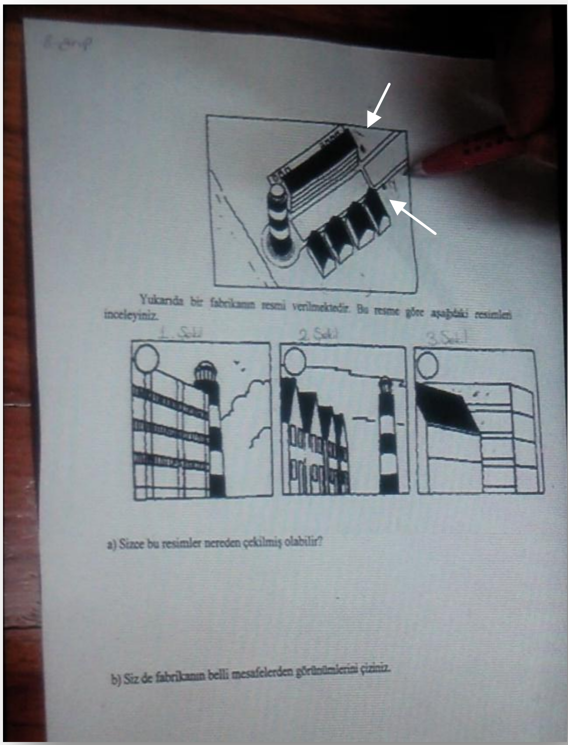
1. grubun çalışması incelendiğinde, ilk olarak kâğıt üzerinde 4 fabrikanın sağına 2, diğer fabrikanın sağına 1 yazdıkları görülmüştür. ÖA3 belirtmediği halde bu grubun şekilleri numaralandırdığı gözlenmiştir. Bu grupta fotoğrafların hangi yönden çekilmiş olabileceği üzerine farklı görüşler vardır.

Öğrenci1: *bence büyük fabrikanın (kağıt üzerinde) sağından soluna doğru çekilmiş olabilir.*
Öğrenci2: *bence 1den çekilmiş olsaydı büyük fabrikanın arka tarafı görünürdü.*
Öğrenci3: *bence 3 şuradan çekildi (fenerle 4 fabrika arasına yuvarlak çizdi), ben böyle düşündüm.*
Öğrenci1: *bence 1 ve 2 yer değiştirecek*
Öğrenci3: *hayır*
Öğrenci1:*evettt.*
...
Öğrenci4: *Ben böyle düşündüm.*
Öğrenci2: *evet evet öyle olsaydı (1 ve 2 yer değiştirseydi) 2. şekildeki (fabrikaları gösteriyor) biraz daha solda kaldırdı.*
Öğrenci4: *hayır ama bak şimdi büyük fabrikanın arkası ile fener arasındaki yerden çekilseydi 1. şekildeki fabrika tam görünürdü ama kenardan çekilmiş ki yanı görünüyor.*
Öğrenci2: *ama bak şurayı tam düzlüyor (2. şekildeki fabrikanın bitimini gösteriyor) buradan düzlemez ki büyük fabrikanın arkasını görür, 1' den çekildiği için feneri direk düz görüyor, 4 fabrikayı da yandan görüyor.*

Öğrenci4 bunun üzerine Öğrenci2' ye "sen benim demek istediğimi anlamadın." diyerek düşüncesini tekrar açıklıyor. ÖA3 burada öğrencilerin görüşlerini savunmaları için onlara fırsat vermiş ve çalışmalarına müdahale etmemiştir. Özgür bir çalışma ortamı sunarak öğrencilerin hangi düşünme yollarını seçtiğini gözlemlemiştir. Grupta farklı fikirler öne sürüldüğü için öğrenciler bu yolla kendilerinin düşünmediği durumları görme fırsatı yakalamışlardır. Ayrıca grup içinde uyumlu bir çalışma olduğu görülmüştür.

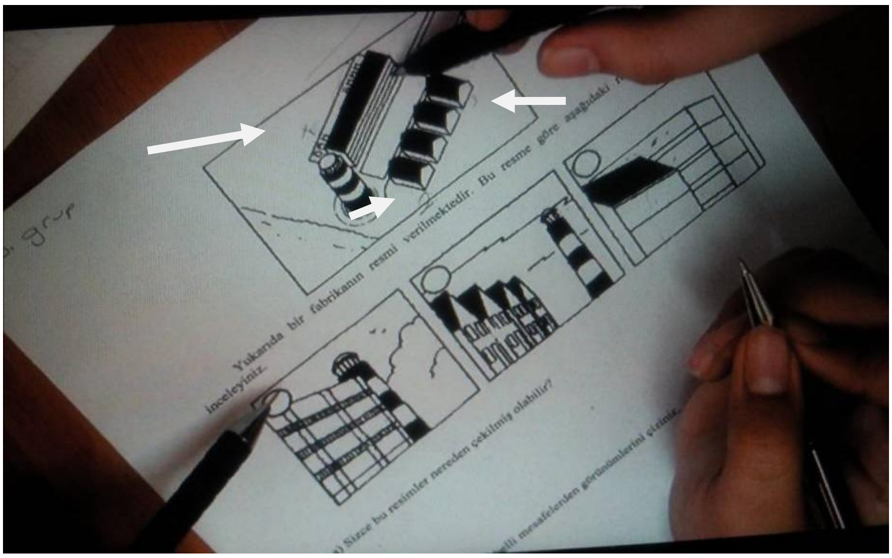
Şekil 5.7: Grup Çalışmalarından Örnekler-1

5. grubun çalışması incelendiğinde kâğıt üzerinde şekillerin altına sol, sağ, arka ifadelerini yazdıkları görülmüştür. Düşüncelerini fenere göre okla belirtmişlerdir. Gruptan bir öğrenci ÖA3' e düşüncelerini açıklamıştır. 1. şeklin fenerin solundan görüneceğini, 2. şeklin de fenerin sağından yani fener ile 4 fabrikanın arasından görüneceğini düşündüklerini söylemiştir. ÖA3 bunun üzerine "*ama sadece sağ, sol değil hangi noktalardan çekilmiş, orayı işaretleyin. 1. şekil nerden çekildiyse onu resim üzerinde gösterin. Mesela şuradan çekilmişse şuraya 1 deyin."* diyerek gösterimlerinin açık olması konusunda gruba bilgi vermiştir. ÖA3 şekilleri numaralandırarak açıklamasını somut bir örnekle de göstermiştir. Gruptan bir öğrenci ÖA3' ün açıklamalarına "biz de öyle yaptık" diye yanıt vermiştir. Öğrenci burada ÖA3' e grubun da benzer şekilde düşündüğünü belirtmek istemiştir. Fakat gruptan bir diğer öğrenci "öyle daha kolay olacak" diyerek sağ, sol, arka ifadelerini silmiştir. ÖA3 böylece öğrenci çalışmalarında ortak gösterimler kullanıldığını gözlemlemiştir. 8. grup kâğıt üzerinde okla belirtilen yerlerden fotoğraf çekildiğinde 1 ve 2 nolu resimlerin elde edilebileceğini belirtmiştir.



Şekil 5.8: Grup Çalışmalarından Örnekler-2

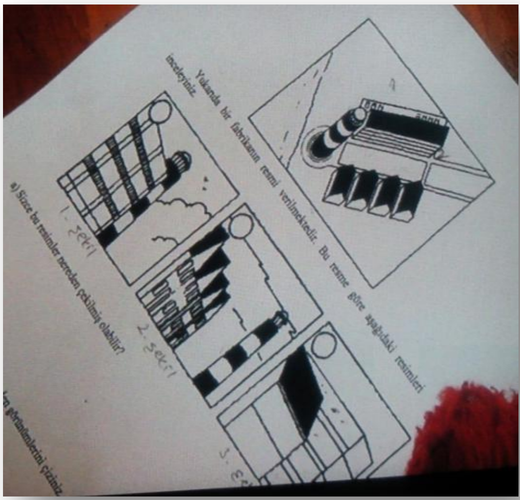
3. grup ise aşağıdaki görselde olduğu gibi, 1. ve 2. resmi yerleştirmiştir. 3. resmi yerleştirme konusunda ise görüşlerini bildirmektedirler. ÖA3 bu esnada öğrencilerin çalışmalarını izlemiş ancak bir müdahalede bulunmamıştır.



Şekil 5.9: Grup Çalışmalarından Örnekler-3

Öğrenci1: *bak 3. resimdeki ev (yani fabrika) 4 fabrikadan baştaki. 3 için (belirtilen yer) burası olabilir mi?*
Öğrenci2: *olabilir.*
Öğrenci3: *Evlerinin önünde olması lazım bence şu büyük evin duvarları çünkü.*

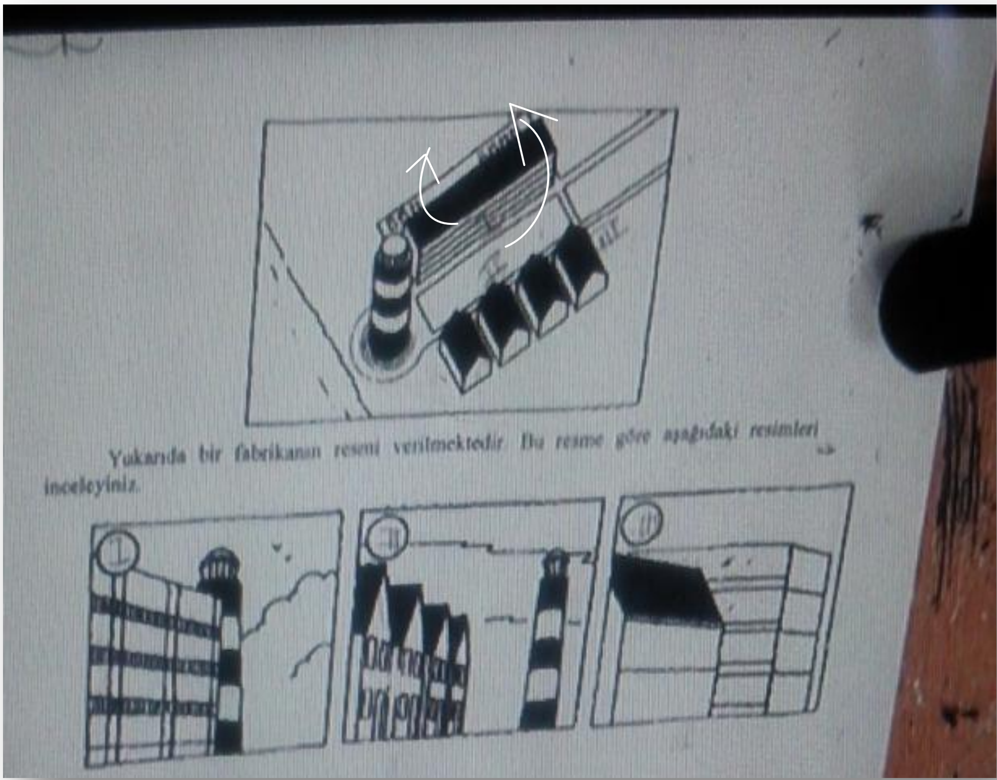
2. grubun da 1. ve 2. resmi yerleştirdiği gözlenmiştir. 3.resim için ise hala bir karara varılamamış, görüşler öne sürülmektedir.



Şekil 5.10: Grup Çalışmalarından Örnekler-4

6. grupta ise ilk durumda düşünceler aşağıdaki gibidir. ÖA3 öğrencilerin yanına ikinci kez gittiğinde 1. resmin çekildiği yerde değişiklik yapıldığını fark etmiştir (okla gösterilmiştir). Öğrenciler bu sefer de 2. resmin çekildiği yer için farklı yorum getirmektedirler.

Öğrenci1: *II' den çekilseydi, 3 tanesi görünürdü, o zaman II burada olacak.*
Öğrenci2: *aa, evet doğru.*



Şekil 5.11: Grup Çalışmalarından Örnekler-5

6. grup çalışmasını bitirdiğinde resimlerin çekim yerleri yukarıda verilen görseldeki gibidir. Son haliyle 7. grup da yukarıdaki görsele benzer şekilde problemi çözümlemiştir. Bütün grupların çalışmalarını belirlenen süre içerisinde bitirdiği gözlenmiştir. ÖA3 gruplardan birer sözcüyü tahtaya kaldırarak çözümlerini açıklamalarını istemiştir. Buna göre 1. grup 3. resmi yerleştirememiştir. 2. grupta kâğıt üstünde 3. resmin çekildiği konum yerleştirilmemiştir. 3. resim için fenerin önünden çekilmiş olabileceği söylenmiştir. Ancak grubun çalışma kâğıdında 3. resim için belirtilen yerin ders bitiminde değiştirildiği fark edilmiştir. 3. grubun çalışmasında 3. resmin çekildiği yer son haliyle 4 fabrikanın sağı olmuştur. 4. ve 5. grubun çözümleri benzerdir. 6. ve 7. grup kâğıttaki halini sınıfa bildirmiştir. 8. grup çalışma kâğıdı üzerinde belirledikleri 1’ in yerini tahtaya çıktıktan sonra değiştirdikleri gözlenmiştir. Buna göre 1’ in konumu fabrikanın önündeyken fabrikanın sağına gelmiştir. 9. ve 10. gruplar kâğıtlarındaki çözümü açıklamışlardır.

Tüm grupların sunumundan sonra ÖA3 doğru yanıtları sınıfa bildirmiştir. Bunun üzerine 7. ve 8. gruplar üç resmi de doğru yerleştirdiklerini söylerken ÖA3 tarafından sunulan doğru yanıtlar 9. grup tarafından kritik edilmiştir. ÖA3 öğrencilerin görüşlerini savunmalarına fırsat vermiştir. Aralarında geçen diyalog ise şu şekilde olmuştur:

Öğrenci1: *1' in yeri burası mı (fabrikanın sağındaki köşeyi gösteriyor)*
ÖA3: *1 şuradan evet.*
Öğrenci1: *Ama oradan bakıldığı zaman bina sağında kalır.*
Öğrenci2: *evet sağında kalır. Ama bu solunda.*
Öğrenci1: *Bu taraftan baktığı zaman sağı bina olur. Ama 1. şekilde bina solunda.*
ÖA3: *ama bak şöyle düşün, fenerin yarısını görmen gerekiyor ya*
Öğrenci1: *ama tamam da buradan (kendi yazdıkları yeri gösteriyor) baktığında da yarısı görünür, onda problem yok da dediğiniz yerden baktığınız zaman bina sizin sağınızda kalır. Ama bu resme göre binanın sizin solunuzda kalması lazım.*
Öğrenci3: *evet*
Öğrenci4: *bence de.*
ÖA3: *ama başka nereden çekebilirsiniz o zaman?*
Kendi belirledikleri yeri gösterdiler.
ÖA3: *ama oradan çekerseniz arkadan feneri görmüş olmazsınız. (büyük fabrikanın arkasının 1. resimdeki bina olduğunu gösterdi.) pencereleri şurası.*
Öğrenci1: *ama buradan bakılsa da bina bu tarafta olması lazım.*
ÖA3: *anladım ama resim biraz kaymış olabilir, dediğim yerden çekilmiş olması fenerin yarısının görünmesini sağlar.*
Öğrenci1: *ama mesela bunların (resimdeki öğeler) tam altı da görülmemiş.*
Öğrenci4: *yani o yüzden biraz daha tepeye doğru çekilmiş olması lazım.*
ÖA3: *Biraz daha yukarı o halde (kendi söylediği yerin üst tarafı). Dediğinizi anladım. Ama dediğiniz yerden çekilirse fenerin sadece üst kısmı görünür.*

Gruptaki öğrenciler düşüncelerini açıkça paylaşabildikleri ve görüşlerini savundukları açıkça görülmektedir. Bu görüşmeler sonunda ÖA3 te hatasını düzeltmiştir. Bu bağlamda 9. grup da ÖA3 ile hem fikir olmuştur. Bu etkinliğin tamamlanmasından sonra ÖA3 hiç vakit kaybetmeden modelleme görevini gruplara sunmuştur.

Modelleme görevinde yer alan problem durumu beklenenden daha kısa sürede anlamlandırılmış ve çözümlenmiştir. Modelleme görevinin tüm öğrencilerin dikkatini çektiği gözlemlenmiştir. Problemin çözümü için ilk olarak gruplardan geminin hangi istikamette gideceği sorusu gelmiştir. Bu noktada bazı gruplar bir başlama noktasının belirlenmesi ihtiyacı hissetmiştir. Hâlbuki modelleme görevi için yön fark etmemektedir. Ancak ÖA3 yine de yön belirleme konusunda öğrencilerin sorusunu yanıtsız bırakmamıştır. ÖA3 burada düşünme yolunun doğru olmasına dikkat çekmiş ancak illa bir yön verilmesi gerekiyorsa sağ taraftan başlayabileceklerini ifade etmiştir. Yön konusunda 9. grup ile ÖA3' ün aralarında geçen diyalog şöyledir:

Öğrenci1: *gemi buradan doğru hizada mı gidiyor?*
Öğrenci2: *kıyıyı mı takip ediyor yoksa düz mü gidiyor?*
ÖA3: *tam olarak kıyıyı takip etmek zorunda değil, zaten kıyıdan da başlasa düz de gitse belirli bir görüş açısı olur yani.*
Öğrenci2: *şöyle mi gidecek (düz bir rota takip ediyor)?*
Öğrenci4: *yani, mantık olarak sağa sola gidecek hali yok.*

Grupların genel olarak ev, değirmen ve fenerin konumlarına göre fotoğrafları sıraya koymada zorlanmadıkları gözlenmiştir. 4. ve 5. gruplar konumu hemen modelleyebilmiştir. 4. grup ayrıca deniz üzerinde de konumlarını göstermiştir. Verilen süre sona erdiğinde grupların belirlediği tüm sıralamalar ÖA3 tarafından tahtaya yazılmıştır. Buna göre 8. ve 10. gruplardaki sıralama diğer gruplardaki sıralamadan farklı olduğu görülmüştür. Bu durumda farklı yanıtlar sunan iki grubun sözcüsü çözümlerini açıklama ihtiyacı hissetmiştir.

8.grup sözcüsü: *e-d-a zaten aynı, b-f-c dememizin nedeni önce b dedik çünkü ilk başta fenerden görünmüyor sonra evin bir kısmından görünüyor, zaten sonra evin solundan görünüyor.*

10.grubun sözcüsü: *b de değirmen gözükmüyor, f de yalnızca bir kısmı görünüyor, c de arkasında kalıyor.*

Seyahat esnasında bu öğelerin konumlarını modellemede diğer 8 grup da görüşlerini sunmuştur. Sınıfın genelinin görüşleri doğrultusunda diğer gruplar da çözümlerini sorgulamış ve sıralamanın e-d-a-f-b-c şeklinde olduğu konusunda görüş birliğine varmışlardır. Grup çalışmalarında tüm ilgi etkinlikler üzerinde olmuştur. ÖA3 derse dikkat çekmede sorun yaşamamıştır. ÖA3 gruplarla birebir ilgilenmiş ve müdahalede bulunmadan çalışmaları takip etmiştir. Buna göre özgür bir çalışma ortamı doğmuştur. Böylece perspektif konusu ilk defa modelleme etkinlikleri ile öğrenilmiştir. Bu bağlamda etkinliklerin amacına ulaştığı ve başarılı bir çalışma olduğu söylenebilir.

Tablo 5.6: ÖA3' ün Uygulamasına Katılan Grupların Modelleme Yeterliklerine İlişkin Bulgular

Ölçütler	**1.grup**	**2.grup**	**3.grup**	**4.grup**	**5.grup**	**6.grup**	**7.grup**	**8.grup**	**9.grup**	**10.grup**
Problemi anlama	3	3	3	3	3	2	2	3	3	2
Basitleştirme /yapılandırma	3	3	3	3	3	2	2	3	3	2
Matematikleştirme	3	2	2	2	2	1	1	2	2	1
Matematiksel çalışma	3	2	2	2	2	1	1	2	2	1
Yorumlama	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1
Doğrulama	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
Raporlaştırma	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Toplam puan	21	17	17	17	17	13	13	17	17	11
Yeterlik düzeyi	**Yüksek**	**Orta**	**Orta**	**Orta**	**Orta**	**Orta**	**Orta**	**Orta**	**Orta**	**Orta**

ÖA3 grupların modelleme yeterliklerine ilişkin değerlendirmeleri Tablo 5.6' da sunulmuştur. Buna göre, bir grubun yüksek, dokuz grubun orta düzeyde modelleme yeterliği gösterdiği ortaya konmuştur. Bu uygulamada 3 grubun matematikleştirme ve matematiksel çalışmada zorlandığı, yorumlama ve doğrulamada ise 1 grubun zorlandığı görülmektedir. Sonuç olarak, en zorlayıcı modelleme yeterliklerinin matematikleştirme ve matematiksel çalışma olduğu söylenebilir.

5.3.4 ÖA4' ün Uygulamasına Katılan Grupların Modelleme Yeterliklerine İlişkin Bulgular

ÖA4, 8. sınıf matematik programından cebir öğrenme alanının, denklemler alt öğrenme alanından belirlemiş olduğu "Doğrunun grafiğini modelleriyle açıklar." kazanımına yönelik olarak hazırladığı plana ilişkin öğretim gerçekleştirmiştir. Etkinliklerde paraşütle atlama, uçağın piste inişi, araba yarışları gibi hız-zaman grafiğine bağlı modelleme problemleri bulunmaktadır.

ÖA4, öğrencilere zevk alacakları, fikirler üretecekleri etkinlikler hazırladığını söyleyerek derse dikkati çekmiştir. Hazırlık etkinliğine giriş yapmak amacıyla paraşütle ilgili sorular yönelterek derse başlamayı tercih etmiştir. Bu etkinliği grup çalışması olarak tasarlamamıştır. Bu doğrultuda akış şöyle olmuştur:

ÖA4: *size sormak istediğim şeyler var. Mesela, paraşütle atlayan birini daha önce gördünüz mü?*
Öğrenciler: *evet (hep bir ağızdan)*
ÖA4: *gördünüz, peki nasıl bir hareket izliyorlar? Nereden atlarken gördünüz?*

Bu soru üzerine tüm sınıf bir anda yanıt vermeye kalkmıştır. ÖA4 gürültüyü engellemek için duruma müdahele etmiştir. Öğrencilere "tek tek parmak kaldırın, ben söz hakkı vereyim" diyerek parmak kaldıranlardan birini rastgele seçmiştir. Öğrenci, " uçaktan atlarken paraşüt sırtlarında oluyor" yanıtını vermiştir. Bu yanıta tüm sınıf alkış tutmuştur. Burada dikkat çekici bir durum öğrencilerin tümünün istisnasız dersle ilgili olmasıdır.

ÖA4: *başka tanık olan var mı?*
Öğrenci1: *serbest paraşütçüler var, onlar bir müddet sonra açıyorlar.*
ÖA4: *peki bu paraşütçü nasıl bir yol izleyerek aşağı iniyor?*
Öğrenci1: *dik olarak*

ÖA4 burada verilen yanıtın doğruluğu hakkında bilgi vermemiş, hemen soruyu farklı şekilde tekrar yöneltmiştir.

ÖA4: *diyelim ki adam uçakta, uçakta belli bir noktaya geldiklerinde bu adam atlıyor. İlk atladıkları andan itibaren hızı nasıl oluyor?*
Öğrenci2: *hızı artıyor. Sonra paraşütü açtığında yavaşlıyor.*
ÖA4: *peki bu yavaşlamanın sebebi nedir?*
Öğrenciler: *paraşütü açtı…(gülüşmeler)*
ÖA4: *aşağı indiği hızla yavaşladığı hız arasındaki bir fark var mı? Varsa bunun sebebi ne?*
Öğrenci2: *sürtünme*
Öğrenci3: *havanın kaldırma kuvveti*

ÖA4 beklediği yanıtlar geldiği için hazırlık etkinliğini burada sonlandırmıştır. Modelleme etkinliklerinin yer aldığı çalışma kâğıtlarını gruplara sunmuştur. Gruplar birinci etkinliği çözmeye başlamadan önce problemin anlaşılıp anlaşılmadığını anlamak amacıyla sınıfa soru sormayı tercih etmiştir.

ÖA4: *atlamadan önce adamın hızı nedir?*
Öğrenci4: *1500*
ÖA4: *hayır*
Tüm sınıf: *0*

ÖA4, “0” yanıtını desteklemiş ancak etkinliği açıklama ihtiyacı hissetmiştir. Tam paraşütün açıldığı zamanın 50. saniye olduğu gibi belli noktalara vurgulama yaptıktan sonra problemden istenenleri tekrarlamıştır.

ÖA4: *ilk 50 saniye için hız-zaman grafiği nasıl olur? 50 saniye sonrasında nasıl olur?*
Öğrenci: *iki tane mi grafik çizeceğiz?*
ÖA4: *hayır, adam tam yere bastığında grafiğimizi sonlandırmamız lazım.*

Çizimleri tüm gruplar doğru bir şekilde tamamlamıştır. Bunun üzerine gruplardan birinin çözümünü açıklaması istenmiştir. Diğer gruplar da benzer açıklamalar yapmıştır. Örnek olması amacıyla verilen açıklamalardan biri aktarılmıştır.

“başlamadan önce hızı 0’dı, daha sonra hızlandı, paraşütü açtığında yavaşladı, bir müddet gitti böyle, sonra da yavaşladığı için grafik böyle oldu.”

Bunun üzerine ikinci etkinliğe geçilmiştir. Gruplar problem durumunu incelemeye başlamışlardır. Gruplar defterlerine yazarak çalışıp grafiği çalışma kâğıdına aktarmışlardır. Grup içindeki farklı çizimlerin birlikte tartışıldığı gözlenmiştir. Gruplar üyeleriyle birlikte etkinliği çözmede istekli davranmışlardır. ÖA4 grupların çalışmalarını yakından takip etmiştir. Grup çalışmalarından örneklere de yer verilmiştir.

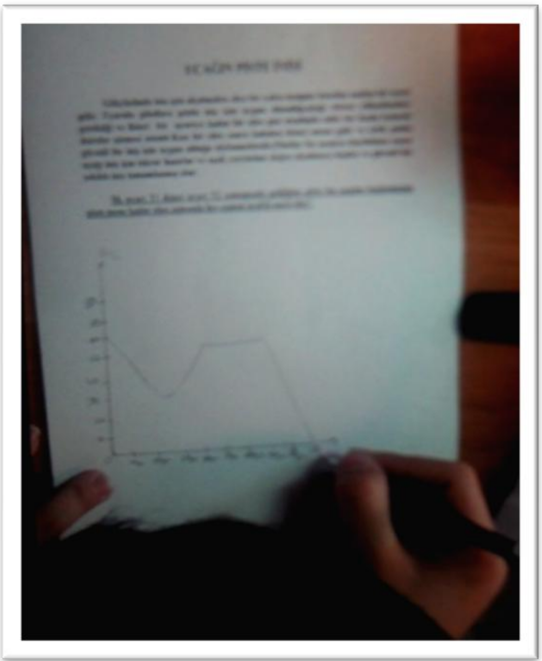
6.grup
Öğrenci1: *T_1’ de uyarı gelmiş yukarı çık diye, çıkıyor, sonra sabitliyor, T_2’ de inebilirsin diyor, T_2’ den sonra da iniyor.*
ÖA4: *şurası niye düz böyle?*
Öğrenci: *orası sabit çünkü daireler çizecekmiş, aynı mesafede kalacak.*

ÖA4: *yere inene kadar mı çizdiniz grafiği bir kontrol edin bakalım.*

Çizdikleri grafikten uçağın yere inmediği anlaşılmaktadır. ÖA4 de bu duruma dikkat çekmek istemiştir. 7. grupta da grafik çizimi benzerdir ancak bu grup grafiği hızı sıfırlanana dek çizmiştir. 7. grupta gözlenen durum ise öğrencilerin çizimde hız ve zamanla ilgili sayısal değerler kullanmasıdır. ÖA4 bu duruma öğrencilerin dikkatini çekmek amacıyla gruba sorular yöneltmiştir.

ÖA4: *T_1 ve T_2 anlarını belirttiniz mi?*
Öğrenci: *hocam biz T_1 ve T_2 yi nasıl belirteceğiz grafikte?*
ÖA4: *anonsların geldiğinde hız değişimi nasıl oluyor? Zaman nasıl belirtilir? 50 sn yi nasıl belirttik grafikte?*

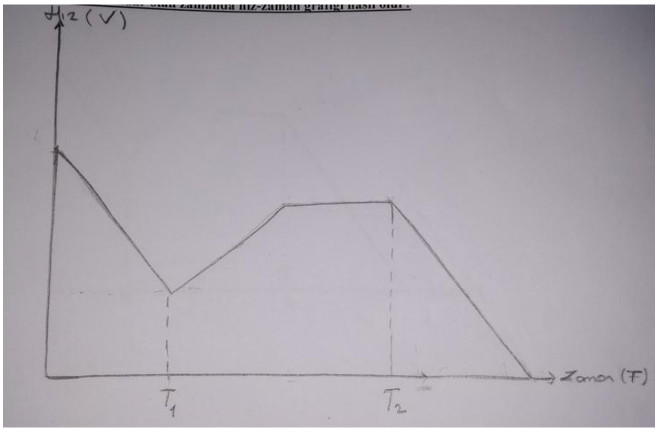
Öğrenciler bunun üzerine sayısal değerleri silerek T_1 ve T_2 anlarını doğru biçimde yazmışlardır. 7. grubun ilk grafiği aşağıdaki gibidir.



Şekil 5.12: Grup Çalışmalarından Örnekler-2

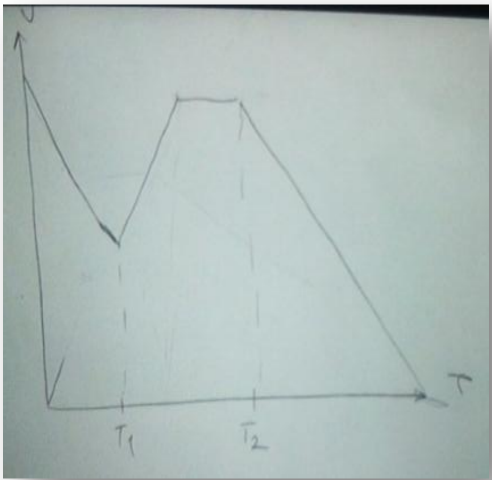
5. grubun çalışması ve ÖA4 ile geçen ilk diyaloglar aşağıdaki gibidir. Buna göre grubun çiziminden emin olduğu görülmektedir. ÖA4 çizimin doğruluğunu sorgulatmak istemiştir ancak grup düşüncesinde ısrarcı davranmıştır.

Öğrenci: *T_1 anında anons gelmiş, tekrar yükselmesi gerektiği için hızı yükselttik. Daha sonra bir süre sabit hızda kaldığı için sabit çizdik. Daha sonra T_2 anonsunda tekrar inmesi söyleniyor ve inişe başlıyor.*
ÖA4: peki inişi nasıl olur?
Öğrenciler: hız olarak yavaşlar, hızı sıfırlaması gerekiyor.
ÖA4: çiziminizden emin misiniz?
Öğrenciler: evet böyle olmalı.



Şekil 5.13: Grup Çalışmalarından Örnekler-3

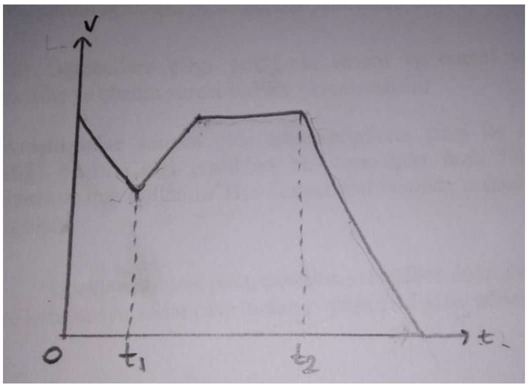
2. grupta 3. grubun çizimine benzer bir çizim yapılmıştır. Ancak “0” noktası belirtilmemiştir. Grafikte hız ve zamanın simgelerinin kullanıldığı görülmektedir. ÖA4 ne düşündüklerini sorduğunda 3. gruba benzer açıklamalar yapmışlardır. Şekil 5.14’ te grubun çizimi yer almaktadır.



Şekil 5.14: Grup Çalışmalarından Örnekler-4

1. grup da önceki gruplar gibi açıklamalar yapmıştır.

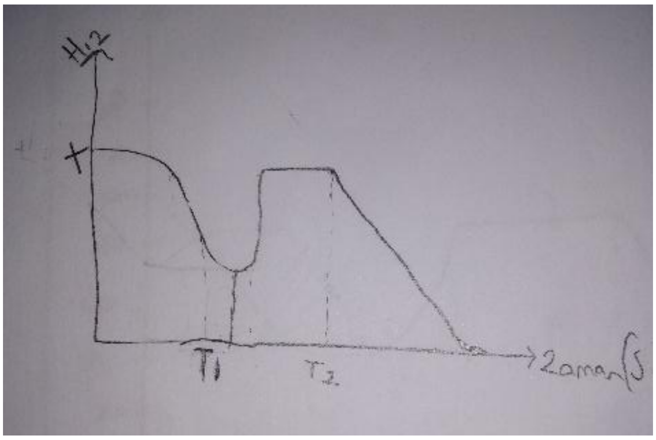
ÖA4: *T_1 ve T_2 anları doğru mu, kontrol ettiniz mi?*



Şekil 5.15: Grup Çalışmalarından Örnekler-5

Öğrenciler: *evet*
ÖA4: *problem yok o halde.*
Öğrenciler: *ya kesin bir problem vardır yoksa kontrol ettiniz mi demez.*

Gruptaki öğrencilerin hepsi merakla ÖA4' ün yüzüne bakıyordu. Çizimleri konusunda şüpheye düşmüşlerdir. 3.grubun çizimi de aşağıdaki gibidir. ÖA4, grubun çözümünü dinledikten sonra T_1, T_2 anlarının gösteriminde sıkıntı olduğunu, birinin doğru ama diğerinin yerine dikkat etmeleri gerektiğini söylemiştir. Bunun üzerine grup çizimi inceleme ihtiyacı hissetmiştir.



Şekil 5.16: Grup Çalışmalarından Örnekler-6

Grupların çizimleri genel yapı olarak benzerdir. ÖA4 tüm çalışmaları inceledikten sonra derse dikkat çekmek amacıyla günlük yaşamdan bir durumu anlatmıştır. Bu durumun elimizdeki problemi ortaya çıkarttığını ifade etmiştir. Daha sonra 7 grubun çizimlerini tek tek tahtaya asmış ve grup sözcüleri çizimlerinin son halini açıklamıştır.

Şekil 5.17: Çözümlerin Sunumu

Çizimler incelendiğinde 2, 3, 6 ve 7. grubun çizimlerinin diğer grupların çizimlerinden farklı olduğu görülmüştür. Bunun üzerine ÖA4, 2. gruba 1. gruptaki çizim ile kendilerinin çizimindeki farkı sormuştur. 2. grup, 1. grup ile aynı şeyi düşündüklerini fakat böyle çizdiklerini söylemiştir. 1. gruptan ise ikna edici bir yanıt gelmemiştir. ÖA4, 3. gruba her iki durumda da hızda azalma olduğunu ancak birinde doğru diğerinde niye eğri çizdiklerini sormuştur. 3. grup çizimi konusunda aşağıdaki açıklamayı yapmıştır.

> *"Çünkü uçak yavaşlayarak iniyor, direk inerse olmuyor. Ama burada zaten hız sabit, sabit hızla giderken yavaş yavaş iniyor burada gördüğünüz gibi. İlk durumda ise hızlanarak geliyor, hızlanarak geldiği için de kule tekrar yükselerek gelmelerini söylediğinde işte böyle eşit hıza ulaşıyor. Sonra yavaş yavaş iniyor."*

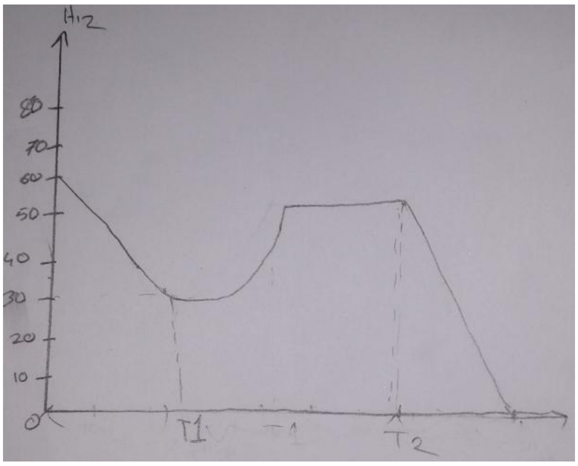
6. grubun sözcüsü de benzer ifadeler kullanarak çözümünü açıklamıştır. Ancak grafiğin sonunda farklı bir yorum getirmişlerdir. Uçak piste değdiği anda hızlanacağı için de daha dik bir iniş olacağı belirtilmiştir.

ÖA4, sınıfın dikkatini çekmek üzere 7. grubun çiziminde farklı bir yaklaşım olduğunu belirtmiştir. Bunun üzerine 7. grubun sözcüsü çözümü şöyle açıklamıştır:

> *"Soruda gökyüzünden iniş için alçalmakta diyordu. O yüzden biz bunu yükselen bir yerden aşağı doğru çizimini yaptık. Daha sonra aniden uyarı geliyordu. Gelen anonstan sonra uçağın tak diye yeniden çıkmayacağı için biz ona eğim verdik."*

ÖA4 bu yorum için "çok güzel! Evet dinliyoruz" diyerek tüm sınıfın çözümü dinlemeleri konusunda onları uyarmıştır. Bu noktada 7. grup inişi benzer şekilde yaptıklarını ifade ederek açıklamasını sürdürmüştür. Bu çözüm tüm sınıf tarafından da çok beğenilmiştir.

ÖA4 son olarak çizimlerde ileri sürülen fikirlerin doğru olduğunu belirtmiştir. Ancak elde edilen çözümlere göre 7. grubun dikkatini çeken noktanın önemini tekrar vurgulamıştır. Gelen anonstan sonra hızdaki değişikliğin daha yumuşak olacağını, geçiş dönemi olacağını ve kavisli çizim olması gerektiğini söylemiştir. Bu esnada tüm sınıf ÖA4' ü dinlemektedir. Ancak 3. gruptan bu çözüme itiraz gelmiştir. Kendilerinde de kavis olduğunu belirtmişlerdir. ÖA4, bunun üzerine bazı grafiklerde de kavis olduğunu ve hangi çizimin doğru olduğuna kendilerinin karar vermesi gerektiğini söylemiştir. Çizimler tekrar incelendiğinde 7. grubun çiziminde hem fikir olmuşlardır.



Şekil 5.18: Grup Çalışmalarından Örnekler-7

ÖA4 değerlendirme anlamında sınıfa bir etkinlik daha sunmuştur. Bu etkinlikte test maddeleri yer aldığı için şıklar tek tek incelenmiştir. Tüm gruplar 1., 2. ve 3. maddeyi başarılı bir şekilde yapabilmiştir. 4. maddeye ise farklı yanıtlar gelmiştir. Sınıfın genel kanısı b yönünde olmuştur. Oysaki a, c ve e yanıtları beklenen yanıtlar değildir. Ancak ÖA4 doğru yanıtı vermek yerine a, b ve e şıkkı diyenlerin açıklama yapmalarını istemiştir.

> " *köşelerden dönüyor. Onun için de döndüğü 3 nokta olması gerekiyor. Grafikte de döndüğü 3 tane yer var. Döndükten sonra hızı sabit kalıyor. Bu durum da sadece b de var."*

Öğrencilerin açıklamaları doğrultusunda, a ve e şıklarının verilmesinde hız-zaman grafiğinin yol grafiğine bire bir dönüştürülmesinin etkili olduğu anlaşılmıştır. A ve e şıklarında peş peşe 3 viraja girme durumu söz konusu olduğu için bu durumun hız-zaman grafiği ile çeliştiği konusunda fikir birliği sağlanmıştır. C şıkkının yanıt olarak verilmemesinin nedeni ise c den başlayan aracın ilk olarak hızlanması gerektiğidir oysaki hız-zaman grafiğinde hız ilk etapta düşmektedir. ÖA4 doğru yanıta öğrencilerle birlikte ulaşılması konusunda soru-cevap tekniğini kullanmıştır.

> ÖA4: *son soruda farklı sonuçlar var. A: 16 kişi, B: 1 kişi, C: 3 kişi, D: 12 kişi. Şimdi a şıkkından başlıyoruz. Neden a şıkkı?*
> Öğrenci1: *en mantıklı o geldi. Başta iniş var hocam, ...*
> ÖA4: *a diyenler, kaç tane viraj var a şıkkında?*
> Öğrenciler: *9 tane*
> ÖA4: *peki, bizim grafiğimizde kaç tane viraj vardı?*
> Öğrenciler: *3tane*

Bu diyalogdan sonra a şıkkı elenmiştir.

> ÖA4: *b şıkkı diyenler*
> Öğrenci2: *b de 3 tane viraj var, ilkinden dönerken yavaşlaması lazım, sonra duruyor bir ara sonra tekrar hızlanıyor, aa olmadı ama ben b şıkkı diyorum.*
> ÖA4: *şimdi grafiğimiz önce yavaşlıyor, demek ki viraja giriyor. B şıkkında da önce bir viraj var. Sonra hızlanıyor demek ki bir düzlüğe gelmiş, o düzlükten sonra hızı sabitlenmiş, değil mi? Sabit hız var demek ki tatlı bir viraja giriyor. Ama b şıkkında virajı döndükten sonra önünde upuzun bir düzlük var arkadaşlar, o düzlükte oldukça hızlanır herhalde.*
> Öğrenci: *aynısı d şıkkında da var.*
> ÖA4: *demek ki b şıkkı da değil. C' ye bakalım, c şıkkında start noktasına dikkat edin, önündeki viraja gelene kadar düzlük yol mu?*
> Öğrenciler: *evet*
> ÖA4: *eee yavaşlar mı o zaman araç?*
> Öğrenciler: *hızlı gider*
> ÖA4: *hızlanır, o halde c şıkkı gider. E şıkkına bakalım, e şıkkında bir kere çok fazla viraj var, bizim yolumuzda 3 tane viraj olacak. Şimdi d şıkkını birlikte yorumlayalım mı?*

Parmak kaldıran öğrencilerden birini ÖA4 tahtaya kaldırmıştır. Öğrenci neden d şıkkı olduğunu açıklamıştır. ÖA4 katılmayan var mı diye sorduğunda bir öğrenci c şıkkı demiştir. ÖA4 nedenini sorduğunda öğrenci açıklamasını tamamlayamamıştır. ÖA4 bunun üzerine doğru yanıtın d şıkkı olduğunu sınıfa bildirmiştir. Arada kalabilecekleri iki şıkkın b ve d şıkları olabileceğini belirtmiş ve genel bir açıklama ile çözümü şöyle sunmuştur:

> *"Her ikisi de virajla başlıyor, tamam, ondan sonra hızını kısa mesafe de olsa arttırma imkanı bulmuş, demek ki önünde düzlük var ama o kadar uzun değil, b şıkkına bakarsak virajı döndükten sonra önünde alabildiğine bir düzlük var, tatlı viraj yok, hızı sürekli o zaman aracın son limitine kadar sürekli arttırması lazım ama burada 160 km hıza kadar çıkmış sonra hızını sabitlemek zorunda kalmış, demek ki önünde sabit bir hızla gideceği keskin olmayan bir viraj var. B şıkkı o yüzden gitti. d şıkkına bakıyorum, virajı döndükten sonra kısa bir düzlük var evet hızlanmış grafikten de anlaşılacağı gibi ondan sonra tatlı bir viraja girmiş, orada hızı sabitlenmiş, tekrar keskin bir viraja girmiş, ilkine göre daha keskin bir viraj dikkat edin hızını baya düşürmek zorunda kalmış, ondan sonra ilkine göre baya uzun bir düzlük var, hızını baya arttırmış, sonra tekrar tatlı bir viraja girmiş, doğru cevap d şıkkı."*

Çözüm hakkında tüm sınıf hem fikir olduktan sonra ÖA4 dersi sonlandırmıştır.

Tablo 5.7: ÖA4' ün Uygulamasına Katılan Grupların Modelleme Yeterliklerine İlişkin Bulgular

Ölçütler	**1.grup**	**2.grup**	**3.grup**	**4.grup**	**5.grup**	**6.grup**	**7.grup**
Problem anlama	3	3	3	3	3	3	3
Basitleştirme/ Yapılandırma	3	3	3	3	3	3	3
Matematikleştirme	2	2	3	2	2	2	3
Matematiksel çalışma	2	2	3	2	2	2	3
Yorumlama	2	2	3	2	2	2	3
Doğrulama	2	3	3	2	2	3	3
Raporlaştırma	3	3	3	3	3	3	3
Toplam puan	17	18	21	17	17	18	21
Yeterlik düzeyi	**Orta**	**Yüksek**	**Yüksek**	**Orta**	**Orta**	**Yüksek**	**Yüksek**

Grupların modelleme yeteneklerine ilişkin değerlendirme sonuçlarının yer aldığı Tablo 5.7' ye göre bu uygulamada 4 grubun yüksek, 3 grubun orta düzeyde modelleme yeterliğine sahip olduğu görülmektedir. Değerlendirme puanları dikkate alındığında grupların aşamalarda zorlanmadıkları dikkati çekmektedir. Bu yönüyle ÖA4' ün uygulamasına katılan grupların modelleme yeterlikleri açısından istenilen düzeyde oldukları söylenebilir.

5.3.5 ÖA5' in Uygulamasına Katılan Grupların Modelleme Yeterliklerine İlişkin Bulgular

ÖA5, 7. sınıf matematik programından sayılar öğrenme alanının, rasyonel sayılarla işlemler alt öğrenme alanından belirlemiş olduğu "Rasyonel sayılarla ilgili problemleri çözer ve kurar." kazanımına gore hazırladığı ders planına uygun olarak öğretim gerçekleştirmiştir. Modelleme etkinliğinde öğrenciden seyahat planı için en ekonomik yolu ve aracı belirleme konusunda yardım etmesi istenmektedir.

ÖA5 ondalık sayılarda dört işlem bilgilerini ölçmek amacıyla tahtaya iki soru yazarak derse başlamıştır. Soruları önce öğrencilerin yapmasını istemiştir. Zorlananlar olduğunu görünce öğrencilere açıklama yapmak suretiyle işlemleri kendisi yapmıştır. Daha sonra haritada ölçek kullanımı ile ilgili olarak öğrencilerin ön bilgilerini hatırlatmak amacıyla çok basit bir uygulama yapacağını söyleyerek giriş etkinliğini öğrencilere sunmuştur.

Giriş etkinliğini yapmak üzere bir öğrenci tahtaya kalkmıştır. Öğrenci sınıftaki haritayı örnek göstererek ölçekte yazan sayıların toplamı ile tahtadaki ölçekte yazan sayıları ilişkilendirerek toplama yoluna gitmiştir. Buna göre A-B şehirleri arası uzaklığı (100 + 200 + 300) = 600 km olarak bulmuştur.

ÖA5 ölçekle verilen değerlerin ne anlama geldiğini göstermiş ve bu yolla uzaklığın bulunacağını belirtmiştir. Bunun üzerine öğrenci eliyle 100 km' lik kısmı belirleyerek bu kısımlardan 4, 5 tane olabileceğini söylemiştir. Bu durumda sınıfça uzaklığın 450 km olduğu konusunda bir karara varılmıştır. Uzaklık hesaplama konusunda bilgi sahibi oldukları gözlemlendikten sonra ÖA5 gruplara çalışma kâğıtlarını dağıtmıştır. Gruplar soruyu hemen incelemeye başlamışlardır. Problemi anlamada ÖA5' ten yardım alan gruplar olmuştur.

Bir grup, ölçekte verilen uzunluğu göz kararı belirleyerek haritadaki yolların uzaklıklarını bulmada kullandıklarını söylemişlerdir. Bir diğer grup ölçekte verilen uzunluk kadar kâğıt keserek aynı işlemi tekrarlamıştır. Bir grup ölçekte verilen değeri cetvelle belirleyerek daha sonra hesplanması gereken yolları bulmuşlardır. Bir başka grupta uç kutusu yardımıyla benzer işlemler yapılmıştır. Daha sonra cetvel kullanarak buldukları sonuçların doğrulamasını yapmışlardır. İki grup el yardımıyla aynı işlemleri tekrarlamıştır. Kira bedelini kullanmada öğretmen yardımı alan gruplar olmuştur.

Verilen süre sona erdiğinde tüm çözümler tahtaya asılmıştır. Gruplar genel olarak hesapladıkları en kısa yolu tercih ettiklerini söylemişlerdir. Tahtada çözümler gruplar tarafından tek tek incelenmiş ve çözümlerle ilgili dönütler gruplar tarafından verilmiştir. Grupların çözümlerine ilişkin sonuçlar ve çözümlerin değerlendirilmesi Tablo 5.8' de verilmiştir.

Tablo 5.8: Grupların Çözümlerinin Değerlendirilmesi

Gruplar	Yolların uzunlukları			Grubun verdiği yanıt	Değerlendirme
	1.yol	2.yol	3.yol		
1	600	500	700	2.yol-1.araç	Kısmen doğru
2	600	550	500	1.yol-1.araç	Yanlış
3	400	500	600	2.yol-2.araç	Yanlış
4	600	500	400	3.yol-1.araç	Yanlış
5	500	800	500	3.yol-1.araç	Yanlış
6	700	600	600	2.yol veya 3.yol- 3.araç	Doğru
7	800	500	450	3.yol-1.araç	Yanlış
8	700	600	600	2. veya 3.yol- 3.araç	Doğru

Gruplar tüm çözümleri dinlediklerinde hatalarını fark etmiştir. Bunun yanı sıra ÖA5 de gruplara çözümleri hakkında geri bildirimde bulunmuştur. 1. grup, ondalıklı sayılarda işlem hatası yapmıştır. İşlemleri doğru yapsalar dahi ulaştıkları yargı yine aynı olacaktı. 2. grup tüm durumlar için hesaplama yapmayı düşündüklerini ancak yetiştiremediklerini belirtmişlerdir. 1. yol için en uygun aracı 1. araç olarak bulduklarını ifade etmişlerdir. Ancak 2. grubun çözümünde işlem hataları vardı ve doğru sonuca ulaşamamışlardır. 3. grubun işlemlerinde çok sayıda hata olduğu tespit edilmiştir öyle ki hata payı göz ardı edilemez büyüklükte olmuştur. Yollara göre işlemleri doğru yapsalar dahi en uygun aracı 3. araç olarak bulacaklardı. 4. grup, 1. araç için tüm yolları hesaplamıştır. Ancak grup en uzun yolu dikkate almıştır. Bu da 4. grupta mantık hatası olduğunu göstermektedir öyle ki problem durumunun anlaşılmadığı tespit edilmiştir. 5. grupta 3. yola göre işlemler doğru yapılmıştır. Ama bulunan sonuç doğru değildir. 2. yol için bulunan değer gerçekçi değildir ve kabul edilemez büyüklüktedir. 6. grupta işlemler tüm değişkenler dikkate alınarak yapılmıştır. Ayrıca doğrulama işlemi de yapılmıştır. 7. grupta bulunan yol uzunluklarına göre işlemler doğru yapılmamıştır. İşlemleri doğru yapmış olsaydılar 3. araç en uygun araç olacaktı. Çözümde kira bedelini eklemedikleri için 7. grupta her değişkenin dikkate alınmadığı tespit edilmiştir. 8. grupta tüm değişkenler dikkate alınmıştır. Küçük bir işlem hatası yapmışlardır ancak bu hata göz ardı edilebilir niteliktedir.

Bu uygulamada ÖA5' in hesaplamaları ile grupların hesaplamaları farklı olduğundan ortak bir sonuca ulaşma durumu olmamıştır. Burada yapılacak en iyi şey öğrencilere kabul edilebilir sonuçlar vermek olmuştur. Dolayısıyla kabul edilebilir hata payları önceden belirlenerek ders net bir şekilde sonlandırılmıştır. Sonuç olarak işlem ağırlıklı olduğu için bazı durumlarda cebirsel modelleme uygulamaları sınırlı kalabilmektedir.

ÖA5 gerçek verileri sınıfa bildirmiştir. 1. yol için 569 km, 2. yol için 521 km, 3. yol için 573 km dir. Bu verilere göre en uygun araç 3. araçtır. Bu durumda gruplardan beklenen yanıt 2. yol ve 3. araç olmaktadır. Ancak grupların buldukları yol uzunlukları incelendiğinde 3. grup, 4. grup, 5. grup ve 7. grubun kabul edilebilir cevaplar veremedikleri anlaşılmaktadır.

Tablo 5.9: ÖA5' in Uygulamasına Katılan Grupların Modelleme Yeterliklerine İlişkin Bulgular

Ölçütler	1.grup	2.grup	3.grup	4.grup	5.grup	6.grup	7.grup	8.grup
Problem anlama	2	2	2	1	2	3	2	3
Basitleştirme/ Yapılandırma	3	2	2	2	2	3	2	3
Matematikleştirme	2	2	2	1	2	3	2	3
Matematiksel çalışma	2	2	2	2	2	3	1	3
Yorumlama	3	2	2	2	2	2	1	2
Doğrulama	3	3	2	1	2	3	1	3
Raporlaştırma	3	2	2	2	2	3	2	3
Toplam puan	18	15	14	11	14	20	11	20
Yeterlik düzeyi	**Yüksek**	**Orta**	**Orta**	**Orta**	**Orta**	**Yüksek**	**Orta**	**Yüksek**

ÖA5 grupların modelleme yeterliklerini Tablo 5.9' daki gibi değerlendirmiştir. Bu değerlendirmelere göre modelleme uygulamaları açısından 3 grupta yüksek başarı, 5 grupta ise orta düzeyde başarı elde edilmiştir. 7. ve 4. gruplarda zorlanılan aşamalar olduğu dikkati çekmektedir. 2 grup için en çok zorlanılan aşamanın doğrulama olduğu söylenebilir. Ayrıca bu iki gruptan birinin problemi anlama, matematikselleştirme, matematiksel çalışma veya yorumlamada zorlandığı görülmektedir.

5.3.6 ÖA6' nın Uygulamasına Katılan Grupların Modelleme Yeterliklerine İlişkin Bulgular

ÖA6, 8. sınıf matematik programından ölçme öğrenme alanının, geometrik cisimlerin yüzey alanları alt öğrenme alanından belirlemiş olduğu "Dik dairesel koninin yüzey alanı bağlantısını oluşturur." kazanımına gore hazırladığı ders planına uygun olarak öğretim gerçekleştirmiştir. Modelleme etkinliğinde farklı ülkelerin bayraklarının yer aldığı tablo verilerek dik dairesel koninin yüzey alanı bağıntısını tablodaki verilere göre tekrar oluşturmaları istenmektedir.

ÖA6 gruplara yıldız şeklinde hazırladığı kartonları dağıtacağını ve bunlarla ilgili birkaç soru sorarak derse başlayacağını söylemiştir.

ÖA6: *kim bana yıldızdaki geometrik şekilleri söyleyebilir?*
Öğrenci1: *üçgenler var*
ÖA6: *evet doğru, herkes arkadaşa katılıyor mu?*
Öğrenciler: *evet*
ÖA6: *başka?*
Öğrenci2: *üçgenleri çıkarttığımızda da geriye bir beşgen kalıyor.*
ÖA6: *aferin, yani yıldız üçgen ve beşgenlerden oluşuyormuş. Şimdi hepimiz bu yıldızı boyadığımız düşünelim. Size şöyle bir soru yöneltsem, yıldızların ne kadarlık alanını boyayabiliriz? Bu soruya cevap verebilmemiz için bizim neleri bilmemiz gerekiyor.*

Öğrenci3: *alanını bilmemiz gerekiyor.*
ÖA6: *peki neyin alanını bilmemiz gerekiyor?*
Öğrenci3: *yıldızın*
ÖA6: *yıldızın nelerden oluştuğunu söylemiştik?*
Öğrenci3: *beşgen ve üçgenlerden*
ÖA6: *yani neyi bilirsem yıldızın alanını hesaplayabilirim?*
Öğrenci3: *üçgen ve beşgenin alanını*
ÖA6: *doğru, üçgenin ve beşgenin alanını bilirsem bu sorunun cevabını da bilir miyim?*
Öğrenciler: *evet*
ÖA6: *peki, yıldızı köşelerinden birleştirirsek hangi geometrik şekil oluşur?*
Öğrenci4: *beşgen piramit*
ÖA6: *herkes Öğrenci4'e katılıyor mu arkadaşlar? Herkes yıldızları köşelerinden birleştirsin bakalım.*

Bunun üzerine tüm gruplar yıldızları köşelerinden birleştirerek beşgen piramidi elde etmişlerdir. Bu etkinliğin beşgen piramidin inşa edilmesinde pratik bir yol olduğu görülmektedir. Öğrenciler bu yolla piramidin somut bir örneğini elde etmişlerdir. Daha sonra ÖA6 vakit kaybetmeden modelleme etkinliğini gruplara dağıtmış ve grupla çalışma tekniklerinden onları haberdar etmiştir.

Grupların etkinliğin ilk kısmında zorlanmadan çalışabildikleri gözlenmiştir. Bu bağlamda ilk etapta öğretmen yardımı almamışlardır. ÖA6 tüm grupları izlemekle yetinmiş, müdahalede bulunmamamıştır. Tabandaki çokgenin kenar sayısının sonsuz arttırıldığında tabanda daire oluştuğuna ilişkin yargıya ÖA6' dan yardım almadan ulaşan ilk grup 3. grup olmuştur. Nitekim tabandaki çokgenin kenar sayısının sonsuz artması sonucunda daire elde edilebileceği bilgisine öğrencilerin sezgisel olarak sahip olduğu görülmüştür. 3. grubun üyeleri arasında şöyle bir diyalog geçmiştir:

Öğrenci1: *onu da say da*
Öğrenci2: *bununki daire oluyor işte. 14 tane üçgen var ama bunun tabanındaki çokgenin adı daire.*
Öğrenci1: *hayır, kaç tane üçgen var?*
Öğrenci2: *Etrafına üçgenleri koymuş, ortası daire oluyor.*
Öğrenci3: *bence de daire*
Öğrenci2: *bence bu koni, birleştirince yanlardan koni oluyor…*
Öğrenci3: *bence de*
Öğrenci2: *ortası yuvarlak. Bunlardan bir sürü birleştirince koni oluyor.*
Öğrenci4: *tabandaki çokgenin çevresi ne oluyor?*
Öğrenci5: πr^2

Aralarında geçen ilk konuşmalar bu yöndedir. Ancak aralarından bir üyenin şeklin bütününün koni olması konusunda emin olamadığı fark edilmiştir. Bu üyeyi ikna etmede diğer üyelerin kullandıkları ifadeler şöyledir:

Öğrenci2: *koni olur, koninin formülünü yazdık ama...(problemde koninin alan formülünü ezebere yazmak yeterli olmamaktadır.)*
Öğrenci4: *bence koni olmaz ya, koni nasıl olacak ki?*
Öğrenci2: *şöyle bir şekil var, birleştirince daire oluyor ya.*

Öğrenci4: *haa…*
Öğrenci3: *bunları birleştirince daire oluyor, etrafında da bir sürü üçgen var. O zaman koni oluyor.*
Öğrenci4: *tamam, şimdi anladım.*
Öğrenci1: *evet koni işte, koninin alan formülü de bu.*

Diğer gruplar ise öğretmen yardımı alarak çalışmalarını sürdürmüşlerdir. İlk olarak 1. grupta yaşananlar aktarılmıştır.

ÖA6: *tabandaki kenar sayısını sonsuz sayıda arttırdığınızı düşünün.*
Öğrenci1: *sonsuzgen olmaz mı?*

Öğrenci burada aşarı genelleme yoluyla sonsuzgen terimini kullanmıştır. Bunun üzerine ÖA6 hem bu öğrenciye hem de grup içindeki diğer üyelere onları düşünmeye sevk edecek, bilgilerini sorgulatacak sorular yöneltmiştir.

ÖA6: *şimdi bu piramitti değil mi? Tabanı düzgün beşgenden oluşuyor. Yani tabandaki çokgenin kenar sayısı ne kadar?*
Öğrenciler: *5*
ÖA6: *5 tane, ben tabandaki çokgenin kenar sayısını sonsuz arttırdığımı düşünüyorum, sürekli kenar sayısını arttırıyorum.*
Öğrenci2: *daire mi olur?*
Öğrenci3: *daire*
ÖA6: *peki diyelim ki daire, şimdi buna göre bu boşlukları doldurun bakalım.*
…
ÖA6: *üçgenlerin sayısına ne yazdınız?*
Öğrenciler: *0*
ÖA6: *neden?*
Öğrenci3: *hani koni oluşuyor ya ondan olmuyor mu?*

ÖA6 burada öğrencilerin yanlış kavramalarını tespit etmiş ve öğrencileri düşündürmek için hemen yanıt vermemiştir. ÖA6' nın doğru yanıtı kendilerine vermeyeceğini hisseden bir öğrenci arkadaşına dönmüş ve şöyle demiştir:

Öğrenci3: *Sil koni de oluşmuyor*
ÖA6: *ne yaptığınızdan emin olun. Ben size soruyorum sadece, neden 0?*
Öğrenci1: *silme, kalsın*
Öğrenci2: *çünkü orada tabanı daire olduğu için koni oluşur. O yüzden de üçgen olmaz.*
ÖA6: *ne olur?*
Öğrenci3: *üçgen olmaz onu biliyoruz da ne olur?*
Öğrenci2: *dairenin kesilmiş bir parçası olmaz mı?*
Öğrenci3: *evet ya, dairenin kesilmiş bir parçası olur.*

Benzer şekilde 2. grubun çalışmalarını da yakından izleme şansı olmuştur.

ÖA6: *tabandaki çokgenin kenar sayısını sonsuz arttırdığınızı düşünürsek bu piramidi oluşturduk. Burada tabanında ne var?(yıldızdan yola çıkarak)*
Öğrenciler: *beşgen*
ÖA6: *bu beşgenin kenar sayısını arttırırsak 15, 20, 100 yani sürekli arttırsak ne olur?*
Öğrenciler: *daire*
ÖA6: *tamam, devam edin bakalım.*

Öğrencilerin kendilerinden emin yanıt vermesi üzerine ÖA6 bu kısım üzerinde fazla durmamıştır. Yanlarından ayrılarak diğer grupların çalışmalarını takip etmiştir. Tekrar yanlarına geldiğinde öğrencilerin önce çalışmalarına göz gezdirmiş, daha sonra sorular yöneltmiştir.

ÖA6: *üçgenlerin sayısı sonsuz mudur?*
Öğrenciler: *evet*
ÖA6: *yanal alana ne dediniz peki?*
Öğrenciler: $\frac{2\Pi rh}{2}$
ÖA6: *yüzey alanını da hesaplamanız isteniyor altta. Onu da yapın.*
Öğrenci1: *çok güzel bir soru (öğrenci problemin ilgisini çektiğini açıkça belirtmektedir.)*
...
ÖA6: *koni yazmışsınız zaten.*
Öğrenci2: *işlem mi yapacağız?*
ÖA6: *ifade edin sadece. Koninin yüzey alanı nasıl bulunuyordu?*
Öğrenciler: *haaa, tamam.*

ÖA6 4. grupta üçgen sayısına yanıt olarak çizgi çizildiğini ve devamında koniye göre soruların yanıtlandığını görmüştür. Bunun üzerine öğrencilerin düşünme yollarını açıklamaları için onlara sorular yöneltmiştir.

ÖA6: *o çizgi ne ifade ediyor?*
Öğrenci1: *üçgen yok yani*
ÖA6: *üçgen yok mu?*
Öğrenci2: *ama konide üçgen yok ki*
ÖA6: *ne var peki?*
Öğrenci3: *küçük bir daire ve daireden kesilmiş bir şey.*
ÖA6: *formülü neye göre yazdınız siz?*
Öğrenciler: *koniye göre*
ÖA6: *koninin yüzey alanını buldunuz?*
Öğrenciler: *evet.*
ÖA6: *peki.*

ÖA6 grupların çalışmalarını incelediğinde koninin yanal alanına herkesin πar yazdığını fark etmiştir. Oysaki onlara verilen sadece a ve h değişkenleridir. ÖA6, gruplara sadece a ve h değişkenlerine göre çalışmayı sürdürmeleri gerektiğini tekarar bildirmiştir. Bunun üzerine 1. grup yanıtını hemen πhr olarak değitirmiştir.

4. grup da üçgen sayısını sonsuz olarak değiştirmiştir. Alan formülü için $\Pi r^2 + \Pi ar$, yanal alan için $2\Pi r.\frac{ah}{2}$ yazdıklarını gören ÖA6 alan formülü için düzeltme yapıp yapmayacaklarını sormuştur. Bunun üzerine hem yanal alanda yer alan a değişkenini silmişler hem de alan formülünde πar yerine πrh ifadesini kullanmışlardır.

5. grupta yaşanan süreç ise şöyledir:

Öğrenci1: *hoca r li ifadeler kullanmayın dedi.*
Öğrenci2: *ama gerçek formül bu,* $2\Pi r.\frac{h}{2}$
Öğrenci1: *biz bunu kendimiz bulduk*
Öğrenci2: *onu demiyorum. Formül 2πr normalde, taban alanı da* πr^2 *olur o zaman. Yani r yi yine kullanacağız.*

Öğrenci1 $\Pi r^2 + \Pi ar$ yazmıştır. Bunun üzerine grup üyeleri ile aralarında kısa bir anlaşmazlık olmuştur.

Öğrenci2: *değil. Bu yanal alan ya, (* $2\Pi r\frac{h}{2}$*)*
Öğrenci3: *bu ayrı bir soru, bu ayrı bir soru. Bu dairenin, bu koninin*
Öğrenci2: *bu da zaten koninin yanal alanı (*$2\Pi r\frac{h}{2}$*). Hocayı çağırıp sorabilirsiniz.*

Burada hoca diye bahsedilen kişi sınıfın matematik öğretmenidir. Matematik öğretmeninin öğrencilerin koninin yanal alan formülünü unutmamaları için kendisinin geliştirdiği bir yöntemi onlara bilgi olarak sunduğu görülmüştür. Bu bağlamda ezberleyerek öğrenmenin öğrencilerin düşünme yollarını nasıl etkilediği aşağıda yer alan ifadelerden anlaşılmaktadır.

Öğrenci3: *hoca bize ne dedi? Koninin yanal alanına demedi mi? Hatta nar yani.*
Öğrenci2: *tamam öyle dedi de onu biz kendimiz bulacağız. Bu (* $2\Pi r\frac{h}{2}$ *) bizim bulduğumuz. Hocam öyle değil mi?*
ÖA6: *kâğıdınızda hangi bilgiler varsa ona göre yapmanız isteniyor. Ezbere yapmanız istenmiyor.*

ÖA6 burada öğrencilerin doğru modeli oluşturmaları için onlara değişkenleri hatırlatma yoluna gitmiştir.

Öğrenci2: *bu (* $2\Pi r\frac{h}{2}$ *), yanal alan ya*
Öğenci1: *değil*
Öğrenci2: *bu (*$2\Pi r\frac{h}{2}$*), oluşan şeklin yanal alanı*
ÖA6: *oluşan şekil ne peki?*
Öğrenci2: *koni*
ÖA6: *bunu yazdınız mı? Şimdi koninin yüzey alanını yazın bakalım.*
Öğrenci4: *tabandaki çokgenin çevre uzunluğu 2πr, bunu yazalım bir kere, (*$2\Pi r\frac{h}{2} + \Pi r^2$ *yazdı)*
Öğrenci2: bu kadar.
Öğrenci1: *bence böyle değil*
Öğrenci2: *bence öyle*
ÖA6: *tamam bitti mi?*

Öğrenciler bu soru üzerine suskun kalmıştır. Bu da ortak bir noktada anlaşamadıklarını ortaya koymuştur. Ancak grup çözümü burada bırakmayıp problem üzerinde çalışmaya devam etmiştir.

Verilen süre sona erdiğinde grupların çözümleri tahtaya asılmış ve her gruptan bir sözcü tahtaya çıkarak çözümünü sunmuştur. Örnek olması amacıyla 2. grubun çözümü aktarılmıştır.

ÖA6: *peki buna nereden ulaştığını anlatır mısın bize?*
Öğrenci: *yukarıda tabandaki çokgenin kenar sayısına 5a demiştik, bir üçgenin de alanı* $\frac{ah}{2}$ *dir. Ama burada benim 5 tane üçgenim olduğu için* $5\frac{ah}{2}$ *oluyor. Tabandaki çokgenin çevre uzunluğunu hesapladığımız için daireyi aldık. Dairenin çevresi 2πr, daha sonra aynı buradaki olayı uygulayacağım. Bize burada a dediği, burada r yerine geçiyor. Yani r ile aynı uzunlukta.*
ÖA6: *öyle mi oluyor arkadaşlar?*

ÖA6 tüm sınıfa dönerek sınıf tartışmasını başlatacak soruyu yöneltmiştir.

Öğrenciler: *öyledir, öyle, evet,…*

Sınıf buraya kadar yapılanların doğruluğu konusunda hemfikirdir. Bunun üzerine ÖA6 farklı bir soru yönelterek mevcut bilgileri netleştirmek istemiştir.

ÖA6: *peki bu ne?*
Öğrenci: *dairenin çevresi*
ÖA6: *şimdi bu a ne?*
Öğrenci: *üçgenin bir kenar uzunluğu*
ÖA6: *peki bununla bu aynı olur mu?*
Öğrenci: *hayır*
ÖA6: *arkadaşımız dedi ki buradaki r, buradaki a ya karşılık geliyor. Ama şimdi diyor ki bu daire, dairenin yarıçapı, bu da üçgenin bir kenar uzunluğu. R, a' ya karşılık gelmez diyor. Siz ne düşünüyorsunuz? Bunlar aynı şeyler mi?*
Öğrenciler: *hayır*
Öğrenci: *zaten burada 5a ile 2πr aynı gruba giriyor.*
ÖA6: *evet, şimdi doğru oldu.*
Öğrenci: *geri kalanı da ekleyince* $2\Pi r\frac{h}{2}$ *oluyor. Yanal alanı bu oluyor.*

Grupların çözümleri genel olarak aynıdır. Tek fark üçgenlerin sayısında olmuştur. 1. ve 4. grup hariç diğer gruplar üçgenlerin sayısına sonsuz yanıtı vermiştir. Buna göre 1. ve 4. grubun açıklaması şu yönde olmuştur: "Tabanı daire olduğu için koni oluşur, bu nedenle üçgen olmaz. O yüzden üçgenlerin sayısına 0 dedik biz.". ÖA6 konuya açıklık getirerek etkinliği sonlandırmıştır.

ÖA6' nın grupların modelleme yeterliklerini değerlendirme puanları ve bunlara ilişkin yeterlik düzeyleri Tablo 5.10' da sunulmuştur. Değerlendirme sonuçlarına göre 2 grubun yüksek düzeyde, 3 grubun orta düzeyde modelleme yeterliğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu uygulamada da ÖA4' ün uygulamasında olduğu gibi grupların zorlandığı bir aşamanın bulunmadığı görülmektedir.

Tablo 5.10: ÖA6' nın Uygulamasına Katılan Grupların Modelleme Yeterliklerine İlişkin Bulgular

Ölçütler	**1.grup**	**2.grup**	**3.grup**	**4.grup**	**5.grup**
Problem anlama	3	3	3	3	3
Basitleştirme/ Yapılandırma	3	3	3	3	3
Matematikleştirme	3	2	2	3	2
Matematiksel çalışma	3	2	2	3	2
Yorumlama	3	3	3	3	3
Doğrulama	3	3	3	3	3
Raporlaştırma	3	3	3	3	3
Toplam puan	21	17	17	21	17
Yeterlik düzeyi	**Yüksek**	**Orta**	**Orta**	**Yüksek**	**Orta**

5.3.7 ÖA7' nin Uygulamasına Katılan Grupların Modelleme Yeterliklerine İlişkin Bulgular

ÖA7, 8. sınıf matematik programından ölçme öğrenme alanının, geometrik cisimlerin yüzey alanları alt öğrenme alanından belirlemiş olduğu "Dik piramidin yüzey alanı bağlantısını oluşturur." kazanımına gore hazırladığı ders planına uygun olarak öğretim gerçekleştirmiştir. Modelleme etkinliğinde bir şirket Louvre piramidini Türkiye' de inşa etmesi için mimara teklif götürmüş ve ona iki seçenek sunmuştur. Mimar ise en az maliyetli olan piramidi inşa etmiştir. Etkinlikte öğrencilere mimarın bu kararı nasıl verdiği sorulmaktadır.

ÖA7 piramitler hakkında ön bilgileri hatırlatıcı sorular sorarak derse başlamıştır. Farklı öğrencilere söz hakkı vermiştir.

ÖA7: *Piramitler hakkında neler biliyoruz?*
Öğrenci1: *piramitler tabanlarının şekillerine göre isimlendirilirler. Mesela altıgen ise altıgen piramit.*
Öğrenci2: *tabanları çokgenlerden yanal yüzleri üçgenlerden oluşan cisimler*
ÖA7: evet doğru. Başka fikri olan var mı? Birkaç piramit örneği verebilecek olan var mı?
Öğrenci3: *düzgün dörtyüzlü var*
Öğrenci4: *kare piramitte taban kare olduğu için yanal yüzler ikizkenar üçgen oluyor.*

ÖA7 öğrencilerden beklediği yanıtları alınca giriş kısmını uzatmadan modelleme etkinliğine geçmiştir. Grupların problemi anlama aşamalarını gözlemlemek amacıyla yanlarına giderek onlara sorular yöneltmiştir.

ÖA7: *evet 1. grup soru zor mu? Soruyu okudunuz mu?*
Öğrenciler: *okuduk, zor değil.*
...
ÖA7: *3. grup neler yapıyor?*
Öğrenciler: *soruyu çözüyoruz.*
...

Benzer şekilde diğer grupların da çözüme başladığı gözlenmiştir. Gruplar ÖA7' nin yardımı olmadan problemi anlayabilmişlerdir. Gruplar değişkenleri piramit üzerine yerleştirerek problemi çözmeye başlamışlardır. Grupların genel kanısı problemin zor olmadığı yönündedir.

1. grupta öğrenciler ve ÖA7 arasında geçen diyalog şöyledir:

Öğrenci: *hocam bunların yükseklikleri eşit ya, b deki piramidin tabanı daha fazla, buna göre b deki daha fazla olmaz mı?*
ÖA7: *bu düşüncenizi doğrulamanız lazım. Acaba gerçekten öyle mi?*

1. grup burada işlem yapmadan sezgisel olarak çözüm üretmiştir. ÖA7 hemen yanıt vermeyerek grubun düşüncesini doğrulamasını istemiştir. 1. grubun ulaştığı yargı pratik bir bakış açısı ortaya koymaktadır. Ancak yine de ispat edilmesi gerekmektedir.

Gözlenen bir başka durum ise bazı grupların $\sqrt{481}$ yaklaşık değerini bulmak yerine karekökünü hesaplamaya çalışmalarıdır. ÖA7 burada yaklaşık değeri bulmaları konusunda gruplara ipucu vermiştir. Örneğin 2. grubun bu konuda çalışması şöyle olmuştur:

ÖA7: $\sqrt{481}$ *bulmuşsunuz. Kaça yuvarladınız?*
Öğrenciler: $4\sqrt{30}$
ÖA7: *en yakın tam sayıya yuvarladığınızda kaç buldunuz?*
Öğrenciler: *22nin karesi 484 çıktı. O zaman 21 ile 22 arasında bir şey çıkıyor.*
ÖA7: *hangisine en yakın?*
Öğrenciler: *22*

Elde ettikleri bu değer sonucunda 2. grup çalışmasını 22 sayısını temel olarak sürdürmüştür. Bu noktada gözlenen bir başka durum ise 4. grubun çalışmasını tamamladıktan sonra ÖA7' ye problemin çok da kolay olmadığını bildirmeleri olmuştur. ÖA7 neden bu yargıya ulaştıklarını sorgulamak istemiştir.

ÖA7: *köklü sayı kafanızı mı karıştırdı?*
Öğrenciler: *hayır, yan yüz yüksekliği*
ÖA7: *yan yüz yüksekliğini hesaplamada mı zorlandınız?*
Öğrenciler: *evet başlarda. Ama o da heyecandan oldu.*

4. grup daha sonra problemde sunulan a şıkkı için çözümünü açıklamıştır. B şıkkını açıklarken tabanın dikdörtgen olduğunu belirttikleri halde a şıkkında buldukları yan yüz yüksekliğini 24 m lik kenar için akıl yürütmeden kullanarak 480 m^2 ye ulaşmışlardır. Diğer yan yüz yüksekliğini hesaplarken ise verileri doğru şekilde kullanarak $\sqrt{481}$ i doğru hesaplamışlar ve bunu da 22' ye yuvarlamışlardır. Ancak

buldukları bu yan yüz yüksekliğini 24m lik kenar için kullanmaları gerektiğini fark edememişler ve 30 m lik kenar için işlem yapmışlardır. Bu durumda doğru çözüme ulaşamamışlardır. Ama yaptıkları işlem hatası, problemin çözümü için beklenen yanıtı vermelerine engel olmamıştır.

ÖA7: *peki* $\sqrt{481}$*en yakın tam sayıya yuvarlamadan da bu problemi çözebilir miydiniz?*
Öğrenciler: $\sqrt{481}$*i aynen bırakırdık.*
ÖA7: *aynen bıraktıktan sonra hangi şıkkın en az maliyetli olduğuna nasıl karar verirdiniz?*
Öğrenciler: *a daki sonucu da köklü sayıya çevirirdik.*
ÖA7: *köklü sayı olsaydı kaç olurdu mesela?*
Öğrenciler: $\sqrt{481}$*li bir şey çıkardı gene.*
ÖA7: *sonra ne yaparsınız?*
Öğrenciler: *köklü sayıları büyükten küçüğe doğru sıralarız.*

Kabul edilebilir bir yanıt alan ÖA7 bu grubun yanından ayrılarak 5. grubun yanına gitmiş ve onların da benzer şekilde a şıkkındaki problemi doğru şekilde çözümlediklerini görmüştür. Grup b şıkkında tabanın dikdörtgen olduğunu, bu nedenle iki tane yan yüksekliği olduğunu söylemiş ve $\sqrt{481}$i elde ettiklerini bildirmişlerdir.

3. grubun çalışmalarını takip eden ÖA7, bu grubun da köklü sayı elde ettiğini gözlemlemiş ve devamındaki çalışmaları açıklamaları için onlara sorular yöneltmiştir.

ÖA7: *bulduğunuz değerleri nasıl sıraladınız?*
Öğrenciler: *köklü sayıyı tam sayıya yuvarladık*
ÖA7: *peki köklü sayıyı tam sayıya mı yuvarlamak kolay yoksa tam sayıyı köklü sayı mı yapmak?*
Öğrenciler: *yuvarlamak daha kolay yani hangi iki tam sayı arasında olduğunu bulmak daha kolay.* $\sqrt{481}$*i kökten çıkaramadığımız için en yakın tam sayıya yuvarladık. 21 ile 22 arasında çıkar. En yakın dediğimiz için de 22 olur.*

Tüm gruplar verilen süre içerisinde çözümlerini tamamlayabilmiştir. Daha sonra gruplara ait çözümler tahtaya asılmıştır. Tüm gruplar en az maliyetli çözüm için doğru yanıtı vermişlerdir. ÖA7 çözümlerin tahtada açıklanmasını istemiştir. 1. grup a şıkkındaki çözümünü açıklamıştır. Diğer gruplar da aynı şekilde çözüm yaptıklarını ve ulaştıkları sonuçtan emin olduklarını bildirmişlerdir.

Tüm gruplar tarafından a şıkkında bulunan problem için elde edilen sonucun doğruluğu açık olduğu için b şıkkına geçilmiştir. B şıkkı için verilen yanıtlar incelendiğinde 1. ve 2. grupların 11280 lira değerine karşılık diğer 3 grupta 11400 lira yanıtını verdikleri görülmüştür. Bunun üzerine 11400 yanıtını veren gruplardan 5.

grubun sözcüsü çözümünü şöyle açıklamıştır: *"tabanı dikdörtgen olduğu için kenarları farklıdır, iki tane yan yüz yüksekliği vardır. Orta dikmeyi indirdik. Orta dikme tabanı ikiye böldüğü için burası 15m, h_p= 16m ise buradan yan yüz yüksekliği* $\sqrt{481}$ *bulduk. Biz bunu tam sayıya yuvarladık, kök dışına çıkartıp 22 ye yuvarladık. Buradan da* $\frac{30x22}{2}x2 = 660$ *olur."*

Bu açıklama üzerine 1. ve 2. gruplar verilen çözüme ilişkin gruba sorular yöneltmişlerdir.

> 1. gruptan bir öğrenci: *niye 30? (24 ile niye 22 nin çarpım işleminin yapılmadığına dikkat çekmek için bu sıruyu soruyor. Niye 24 değil de 30 olan taraf?)*
> 5. grubun sözcüsü: *bir arka tarafında var bir de ön tarafında var. (bu yanıt 1.gruba anlamlı gelmediği için soruyu bu sefer de farklı şekilde soruyorlar)*
> 1. gruptan bir öğrenci: *22 m sağ taraftaki yan yüz yüksekliğinin uzunluğu değil mi?(çizilen piramit şekline göre)*
> 2. gruptan bir öğrenci: *o 24 m lik kenarın yan yüz yüksekliği*
> 5. grubun diğer üyeleri: *aaa yanlış*
> ÖA7: *22m hangi kenara ait? Sen de bir bak bakalım.*
> 5. grubun sözcüsü: *aaa bir dakika. 24m lik taban için de yan yüz yüksekliği hesapladık. Yükseklik de 20 m olur, pisagordan, orta dikme kenarı ikiye böleceği için. Buradan da* $\frac{24x20}{2}x2 = 480$ *olur. Bunların toplamları 10 ile çarpılır ve sonuç 11400 lira olur.*

Öğrenci grup olarak yaptıkları çözümü tahtada tekrarlamıştır. ÖA7 bunun üzerine 11280 lira yanıtını bulan 2. gruptan bir öğrenciyi tahtaya kaldırmıştır.

> *"bize dikdörtgen piramit olduğu söyleniyor.(tahtaya dikdörtgen piramit çizdi). Orta dikme indiğimizde tabanı ikiye böldü 15m, yükseklik de 16m olduğundan yan yüz yüksekliği* $\sqrt{481}$ *çıkıyor. Bunu da yuvarladığımızda 22 oluyor. Sonra diğer yan yüz yüksekliğini bulduk. Bu durumda hipotenüs 20m çıkıyor. İlk başta taban kenarı 30 m olan üçgenler için alanları buluyorum.* $\frac{30x20}{2}x2 = 300$ *çıkar. Bundan iki tane olduğu için buradan 600* m^2 *oluyor. Daha sonra diğer kenar için bulduğumuzda* $\frac{24x22}{2} = 264$ *çıkar. Bunu da 2 ile çarptığımızda 528* m^2 *oluyor. Bu ikisini topladığımızda 1128 oluyor.* m^2 *si 10 lira olduğu için de 10 ile çarpıyoruz ve 11280 lira çıkıyor."*

ÖA7 iki durumun ortaya çıkması üzerine "evet hadi bakalım ne diyorsunuz?" diyerek tüm gruplara yönelmiştir.

> 4. grup: *bu daha mantıklı*
> ÖA7: *11280 bulanlar hala kararlılar mı?*
> 1. ve 2. grup: *evet*
> ÖA7: *peki 11400 bulanlar düşünceleriniz değişti mi?*
> 3., 4. ve 5. gruplar: *evet*
> ÖA7: *o zaman niye farklı iki sonuç var?*
> Öğrenciler: *siz söyleyin doğrusunu*
> ÖA7: *doğrusunu siz söyleyeceksiniz. Bir de 3. grubun çözümünü görelim o halde.*

11400 yanıtını veren 3. gruptan bir öğrenci tahtaya kalkmış ve yaptığı işlemler doğrultusunda 24 m lik kenar için yüksekliği $\sqrt{481}$olarak bulmuştur.

Öğrenci: *ama biz böyle yapmamıştık. 24 e karşılık gelen yüksekliği 20m bulmuştuk.*
ÖA7: *daha önce 20 bulmuştunuz ama şimdi arkadaşınız 22 buldu. Sizce hangisi doğru?*
Öğrenci: *20 bulduğumuz doğru ama*
ÖA7: *peki o halde tahtada niye 22 buldun?*
Öğrenciler: *22 doğru ya…*
ÖA7: *yaptığınız işlemlerden emin olmalısınız.*
Öğrenci: *eminim de…*
ÖA7: *niye 20 bulmuşken tahtada 22 buldun?*
Öğrenci: *tahtada çok başka oluyor. (öğrenci kendisi de bulduğu değere şaşırmıştır)*
ÖA7: *sence hangisi doğru şu an karar ver.*
Öğrenci: *kâğıttaki doğru yani ondan eminim ama. Aynı gruptan başkası yapsa olmaz mı?*
ÖA7: *olur. İsteyen herkes tahtaya çıkabilir.*

Burada oldukça dikkati çeken bir durum söz konusudur. Öğrenciler grup olarak yaptıkları çözümden ve ulaştıkları sonuçtan gayet emindirler. Grup olmanın getirdiği özgüvenle çözümlerini savunmaktadırlar. Ancak tahtada yaptığı çözümle grup olarak yaptığı çözüm arasında ikilemde kaldığında kendi yaptığının yanlış olabileceği düşüncesiyle gruptan bir başka üyenin gelmesini istemiştir. Burada grubun tepkisini çekmek istemediği çok açıktır. ÖA7 bu durumu fark etmiş ve öğrencinin isteğini geri çevirmemiştir. 3. gruptan bir başka öğrenci tahtaya çıkmıştır. Arkadaşının çözümünü incelediğinde o da yanlış yaptıklarını söylemiştir. Bunun üzerine 4. ve 5. gruplar gruplar ikna olmadıklarını belirtmiş ve 5. gruptan bir başka öğrenci tahtaya çıkmıştır. Bu esnada 4. grup soru üzerinde tekrar çalışmaya başlamıştır. 5. gruptan öğrenci tahtada çözüm yaptığında yan yüz yüksekliğini $\sqrt{481}$ olarak bulmuş ve bu sayıyı 22' ye yuvarladıklarını söylemiştir.

ÖA7: *bu durumda 24' e ait yan yüz yüksekliğini ne buldun?*
Öğrenci: *24 değil 30*
ÖA7: *sen işlemini nerede yapıyorsun?(yan yüze göre)*
Öğrenci: *hayır yaaa…*
ÖA7: *24' e ait yan yüksekliği ne?*
Öğrenci: *22*

5. grup da yan yüz yüksekliğinin 22 olduğu konusnda hem fikir olmuştur. 4. grup çözümü yerinde tekrarladığında onlar da hatalarının farkına varmışlardır. Bu çözümler üzerine tüm sınıf 24' e ait yan yüz yüksekliğinin 22 olduğu konusunda karara varmıştır. Buna göre yapılacak işlemler doğrultusunda doğru yanıtın 11280 olduğu bilgisine tüm öğrenciler ulaşmıştır. Son olarak ÖA7 de doğru yanıtın 11280 olduğunu sınıfa bildirmiş ve dersi sonlandırmıştır.

Tablo 5.11: ÖA7' nin Uygulamasına Katılan Grupların Modelleme Yeterliklerine İlişkin Bulgular

Ölçütler	**1.grup**	**2.grup**	**3.grup**	**4.grup**	**5.grup**
Problem anlama	3	3	3	3	3
Basitleştirme/ Yapılandırma	3	3	3	3	3
Matematikleştirme	3	3	2	2	2
Matematiksel çalışma	3	3	2	2	2
Yorumlama	3	3	2	2	2
Doğrulama	3	3	2	1	3
Raporlaştırma	3	3	3	3	3
Toplam puan	21	21	18	16	18
Yeterlik düzeyi	**Yüksek**	**Yüksek**	**Yüksek**	**Orta**	**Yüksek**

Bu çalışmada; tüm grupların hatalarını fark etmelerini sağlama, ısrarla çözümlerini savunduklarını görmek adına güzel bir sınıf tartışması gerçekleşmiştir. Bu noktada öğrencilerin modelleme yeterlikleri Tablo 5.11' de de sergilenmektedir. ÖA7' nin grupları değerlendirme sonuçlarına göre 5 gruptan dördünün yüksek düzeyde, 1 grubun ise orta düzeyde modelleme yeterliğine sahip olduğu görülmektedir. Bu uygulamada da öneceki uygulamada olduğu gibi grupların zorlandığı bir aşamanın olmadığı görülmektedir.

5.3.8 ÖA8' in Uygulamasına Katılan Grupların Modelleme Yeterliklerine İlişkin Bulgular

ÖA8, 6. sınıf matematik programından sayılar öğrenme alanının, ondalık kesirler alt öğrenme alanından belirlemiş olduğu "Ondalık kesirleri, belirli bir basamağa kadar yuvarlar." kazanımına göre hazırladığı ders planına uygun olarak öğretim gerçekleştirmiştir. Modelleme etkinliğinde bahçıvanın fidanları sulaması ile ilgili problemler bulunmaktadır.

ÖA8 günlük hayattan bir durumdan, sosyal bir olaydan yola çıkarak derse başlamayı tercih etmiştir. Öğrencilerin ilgisini kolaylıkla derse çekebilmiştir.

ÖA8: *Balıkesir' in düğünlerinden bahseder misin biraz bize?*
ÖA8: *Mesela nasıl oluyor düğünler?*
Öğrenci1: *herkes geliyor, oturuyorlar, eğlence oluyor.*
Öğrenci2: *Balıkesir düğünlerinde genelde yöresel şeyler yapılıyor. Gelin alımı yapılıyor, akşam eğlence oluyor.*
Öğrenci3: *bildiğim kadarıyla sünnet düğünlerini anlatacağım. Davul zurna çalınıyor, konvoy yapıyorlar, genel de Balıkesir' de böyle yapılıyor, Balıkesir' in tatlıları falan dağıtılıyor genelde.*
ÖA8: *peki düğünlere giderken nasıl giyiniyorsunuz siz?*

Öğrenci4: *yani temiz giyiniyoruz, şık giyiniyoruz. Sokaktaki kıyafetlerimizle gitmiyoruz.*
ÖA8: *şık derken mesela? Annenizin zorla giydirdiklerini mi yoksa sizin beğendiklerinizi mi giyiyorsunuz?*
Öğrenci5: *zorla giydirdiklerini*
Öğrenci6: *ben kendi beğendiklerimi giyiyorum. Takım elbise giyiyorum.*
ÖA8: *sevdiği kıyafeti olup ta onları giyen yok mu aranızda?*
(pek çok öğrenci parmak kaldırdı ve giydiklerini sıraladı.)

ÖA8 dersin dağılmasına izin vermeden öğrencilere söz hakkı vermiş ve herbirinin yanıtlarını dinlemiştir. Daha sonra fark ettirmeden hazırlık etkinliğine geçiş yapmıştır. Böylece öğrencilerin derse olan ilgisini sürdürebilmiştir.

ÖA8: *bu akşam bir düğün var…*
Öğrenci: *size çok teşekkür ediyoruz, çok güzel bir ders (öğrenci memnuniyetini dile getiriyor)*
ÖA8: *bu akşam benim düğünüm var ve hepiniz davetlisiniz. Ama hepinizin giyeceği kıyafet aynı, bir tane pantolonunuz var. Hepiniz o pantolonu çok seviyorsunuz. Sabah baktınız ki pantolon kirli.*
Öğrenciler: *hihh, en sevmediğim şey, başka bir şey giyeriz.*
ÖA8: *akşam da mutlaka bunu giymek istiyorsunuz. Pantolonu annenize verdiniz ve akşama düğün var bunu yıka, kurursa bunu giyeceğim, kurumazsa artık bana başka bir şey verirsin onu giyerim. Anneniz akşam olunca size dedi ki, "oğlum git bak bakalım pantolonun kurumuş mu?". Pantolona baktınız sadece uç kısımları, paça kısımları ıslak. Şimdi bunu giymeyi çok istiyorsunuz değil mi?*
…

Öğrencilerden yanıt gelmeyince ÖA8 soruyu farklı şekilde yöneltmiştir.

ÖA8: *Pantolonunuzun uç kısımları, paça kısımları ıslak. Anneniz "ıslaksa yeni pantolon vereyim, kuruysa onu giy" dedi. Bu durumda ne yaparsınız?*
Öğrenci8: *yine de bu pantolonu giyerim, orası kuru diye annemi kandırır onu giyerim.*
Öğrenci9: *farklı yöntemler denenebilir bence, onu giymek istiyorsak evde kurutma makinesi ile veya…*

ÖA8 aynı soruyu farklı şekillerde sorarak konuyu tam anlamıyla kavramalarını sağlamıştır.

ÖA8: *kurutma şansın yok, sadece uç kısımlar ıslak. Sizin için sorun yaratır mı bu kısımlar?*
Öğrenciler: *hayır…*
ÖA8: *pantolonunuzun bir kısmı ıslakken anneniz sorduğunda oğlum veya kızım pantolon ıslak mı kurumuş mu dediğinde ne cevap verirsiniz?*
Öğrenciler: *kuru, ıslak…*
ÖA8: *kuru veya ıslak diyeceksiniz. Bir kısmı ıslak derseniz anneniz giydirmez akşam onu.*
Öğrenci10: *ıslak, doğruyu söylüyoruz.*
ÖA8: *tam cevap vermenizi istiyorum, kuru mu ıslak mı?*

Öğrencilerden büyük bir çoğunluk ıslak demiştir.

ÖA8: *ıslak derseniz giyemezsiniz ama.*
Öğrenciler: *o zaman kuru.*
ÖA8: *bir kısmı ıslakken kuru dediniz çünkü giyme şansınız var de mi?*
Öğrenciler: *evet.*
ÖA8: *diyelim ki pantolona baktınız, yarısı ıslak. Bu sefer ne yaparsınız? Giyer misiniz?*
Öğrenciler: *hayır, giymem,vb.*
ÖA8: *annen sorduğunda ıslak mı dersin kuru mu?*
Öğrenci11: *anne ıslak ya derim.*
Öğrenci12: *ıslakmış derim.*

Öğrenci13: *paçalar ıslandığında bir şey olmaz da yarısı ıslakken etkiliyor insanı.*
ÖA8: *yarıya kadar ıslaksa zorlanırsınız giymeye. Peki yarıdan fazlası ıslaksa ne olur?*
Öğrenciler: *hayatta*
ÖA8: *bu sefer hiç giyemezsiniz de mi?*
Öğrenciler: *evet*
ÖA8: *yarıdan azsa anneye kuru dedik yani paçalar ıslak olmasına rağmen kuru dedik. Yarısı ıslakken ne dedik?*
Öğrenciler: *ıslak…*
ÖA8: *yarıdan fazlayken?*
Öğrenciler: *ıslak…*
ÖA8: *tamam.*

ÖA8 beklediği yanıtları alınca etklinliği sonlandırmış ve modelleme etkinliğinin yer aldığı çalışma kâğıtlarını gruplara dağıtmıştır. Öğrenciler etkinliği hemen çözmek istemişlerdir. Böylece gruplar tüm üyeleriyle birlikte etkinlik üzerinde çalışabilmiştir. Grupların çalışmaları esnasında ÖA8 ile aralarında geçen diyaloglara yer verilmiştir. Buna göre 1. grupta;

Öğrenci1: *0,5 yazabilir miyiz hocam?(ağaçların altına)*
ÖA8: *çiftçi her ağaç için 1 lt su kullanıyor. Doğru mu? (problemi anlayıp anlamadıklarını ölçmek istiyor)*
Öğrenci2: *ama 5,2 çıkıyor.*
ÖA8: *yarım lt su yetiyor ama çiftçi sulamaya 1 lt ile başlıyor. 1.ağaç için 1 lt, 2. ağaç için 1 lt şeklinde devam ediyor.*
Öğrenci3: *bazılarında o zaman 1 yok ki…*
Öğrenci4: *aaa evet*
ÖA8: *yetmesi önemli değil, ben hepsine su yetsin demiyorum.*

Öğrenci bunun üzerine her ağacın altına 1 lt yazmıştır.

ÖA8: *kaç tane ağacı tam olarak suladınız şimdi?*
Öğrenciler: *5*
ÖA8: *geriye ne kadar kaldı?*
Öğrenciler: *0,2 lt…*

6. grup problemi ÖA8' in yardımını almadan çözmüştür ve ÖA8' e çalışmalarını göstermek istemişlerdir.

Öğrenciler: *biz çözdük hocam*
ÖA8: *neler yaptınız?*
Öğrenci1: *burada 5,2 lt yi hepsine yetecek şekilde 1er litreye böldük. Daha sonra ikinciye geçtik. Burada da 5,7' yi 1' er litre olacak şekilde dağıttık, kalanı da 0,5 olarak yazdık. Burada da direk 7' ye böldük. 7 tane 1er litre oldu. Kalanı da kullanamıyoruz çünkü en az 0,5 lt lazım.*

ÖA8 çözümün doğru olup olmadığı konusunda öğrencilere bir yanıt vermemiş, sadece grubun çözümünü dinlemiştir. ÖA8, 3. grubun yanına gittiğinde öğrenciler ona bir soru yöneltmiştir.

Öğrenci1: *hocam geriye kalan artıkları toplayıp bir ağaç yapabilir miyiz?*
ÖA8: *hayır, her soru farklı. Hepsini ayrı ayrı düşüneceksiniz. (öğrencilerin problemi anlamadıkları ortadır)*

Öğrenci1: *bu soruyla bu sorunun bağlantısı yok*
ÖA8: *evet, aynen öyle.*

Öğrenciler artıkları 0.2, 0.7 ve 0.2 şeklinde çalışma kağıdına yazmışlardır.

Öğrenci2: *o zaman bu yarım,bu..*
Öğrenci3: *bunu sayma, bu sulanmaz (a daki soru için)*
Öğrenci1: *ama şunda (b deki) sulanır. Hatta şu 0.5, 0.7 yapalım. 0.2 yi silelim.*
Öğrenci4: bence o 4 (b sorusunun yanıtı)
Öğrenci3: bence 5 olur
Öğrenci1: bence 6

Problemin çözümü konusunda fikir ayrılıkları vardır. ÖA8 müdahale etmemiş, kendilerinin bir karara varması için yanlarından ayrılmıştır. 5. grubun yanına geçmiştir, ancak 5. grup çalışmasını çoktan tamamlamış ve çözümden de gayet emindir. ÖA8 durumu fark etmiş ve çözümlerini açıklamalarını istemiştir.

ÖA8: *bitti mi?*
Öğrenci1: *evet, çok oldu bitireli. (kendinden emin)*
ÖA8: *anlatın bakalım neler yaptınız?*
Öğrenci1: *burada 5 ağaç var. Çabuk büyümesi için 1lt su koyuyor. Her bir ağaca 1 lt koyar, sonra 0.2 dışarıda kalır. B de 5.7 diyor, her bir ağaca 1 lt koyar, her bir ağaca 0.5 litre su yetiyorsa 0.7den 0.5i çıkartır, 0.2 tekrar dışarıda kalır. 0.5 i koyarız. C de de 7.2 ise 7 tane 1 koyarız, 0.2 dışarıda kalır.*
ÖA8: *emin misiniz bulduğunuz sonuçlardan?*
Öğrenciler: *evet.*

Son olarak 4. grupta ise durum şöyledir:

ÖA8: *siz ne yaptınız çocuklar?*
Öğrenci1: *hocam 0.7 lt yazacak mıyız?*
ÖA8: *0.5 lt yeterli, çiftçinin hesabına göre yapacaksınız. Çiftçi bir ağacı sulamak için ne kadar su kullanıyor?*
Öğrenciler: *1 lt*
Öğrenci2: *ben bir şey sorabilir miyim?*
ÖA8: *sor bakalım.*
Öğrenci2: *burada 0.2 var, burada da 0.7 var ikisini toplayacak mıyız?*

Burada 3. grupta da gözlenen durum ortaya çıkmıştır.

ÖA8: *bakın bunların hepsi aynı ağaçlar, tamam mı? Sadece su miktarları farklı. 5.7 lt su olsa ne kadar ağaç sularsın? Bunları ayrı ayrı düşünün, toplama gibi bir şansınız yok. Anladınız mı?*
Öğrenciler: *evet…*

Sonuç olarak 3. grup gibi 4. grubun da ÖA8 ile birlikte problem durumunu anlamlandırdıkları görülmüştür. 2. grupta ise a şıkkındaki soruda 5 ağacın altına 1 lt, b şıkkındaki soruda 5 ağacın altına 1 lt, 6. ağacın altına 0.7 yazılmıştır. C şıkkındaki soruya ise 7 ağacın altına 1 lt yazılmıştır. ÖA8 verdiği sürenin tamamlanmasıyla birlikte gruplardan çözümlerini açıklamalarını istemiştir. Nitekim gruplar çözümlerini net bir şekilde savunmuşlardır. Tüm grupların etkinlikte başarılı olduğu görülmüştür.

ÖA8 etkinliklerin amacına ulaşıp ulaşmadığını kontrol etmek amacıyla ders sonunda sınıfa bir soru yöneltmiştir.

ÖA8: *pantolon etkinliğini niye yaptık sizce?*

Öğrencilerin genel kanısı şu yönde olmuştur:

"şimdi daha iyi anladık, eğer pantolonun yarısı ıslaksa mesela 0.5' i ıslaksa virgülden sonrası 5 ve üstü olduğunda sayı üste yuvarlanıyordu yani ıslak sayılıyordu. Ama virgülden sonrası eğer altındaysa, 4'ün altındaysa o zaman da sayı geri yuvarlanıyordu, o da kuru sayılıyordu. Sulama etkinliğinde de 0.5 lt su belirleyiciydi."

Öğrencilerden beklenen yanıt gelmiştir. ÖA8' de durumu benzer şekilde açıklayarak dersi sonlandırmıştır. ÖA8' in grupların modelleme yeterliklerini değerlendirme sonuçları Tablo 5.12' de sunulmuştur.

Tablo 5.12: ÖA8' in Uygulamasına Katılan Grupların Modelleme Yeterliklerine İlişkin Bulgular

Ölçütler	**1.grup**	**2.grup**	**3.grup**	**4.grup**	**5.grup**	**6.grup**
Problem anlama	3	3	3	2	3	3
Basitleştirme/ Yapılandırma	3	3	2	2	3	3
Matematikleştirme	3	3	3	2	3	3
Matematiksel çalışma	3	3	3	2	3	3
Yorumlama	3	2	2	2	3	3
Doğrulama	3	2	2	2	3	3
Raporlaştırma	3	3	3	3	3	3
Toplam puan	21	19	18	15	21	21
Yeterlik düzeyi	**Yüksek**	**Yüksek**	**Yüksek**	**Orta**	**Yüksek**	**Yüksek**

Buna göre 6 gruptan 5' inin yüksek düzeyde modelleme yeterliğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu da % 83' lük bir yeterlik oranı ortaya koymaktadır ki buradan modellemeye dayalı öğerimin kazanımı gerçekleştirmede etkili olduğunu söylemek mümkündür. Bu uygulamada da önceki iki uygulamada olduğu gibi grupların zorlandığı bir aşamanın olmadığı görülmektedir.

5.3.9 ÖA9' un Uygulamasına Katılan Grupların Modelleme Yeterliklerine İlişkin Bulgular

ÖA9, 7. sınıf matematik programından ölçme öğrenme alanının, dörtgensel bölgelerin alanı alt öğrenme alanından belirlemiş olduğu "Dörtgensel bölgelerin alanlarını strateji kullanarak tahmin eder." kazanımına göre hazırladığı ders planına uygun olarak öğretim gerçekleştirmiştir. Modelleme etkinliğinde Pick Yasası bulunmaktadır. ÖA9 derse girişte öğrencilere neler yapacağından kısaca bahsetmiş ve daha sonra onlara alan ve çevre ilgili ön bilgilerini hatırlatacak, hazır bulunuşluklarını ölçecek sorular sorarak derse başlamıştır.

ÖA9: *şimdi çocuklar, çevre nedir? Dikdörtgenlerin, karelerin ve daha başka geometrik şekillerin çevrelerini biz nasıl hesaplarız?*
Öğrenciler: *formüllerle*
Öğrenci1: *kenarlarını toplarız.*
ÖA9: *evet doğru. Çevreyi biliyoruz. Hepimizin bildiği gibi bütün kenarların toplamı bize çevreyi verir. Peki, geometrik şekillerin alanlarını nasıl hesaplarız?*
Öğrenci2: *kenarları çarparız, mesela küçük kenar ile büyük kenarını çarparak veya üçgenlerde bir kenarı ona ait yüksekliği ile çarparak ikiye böleriz.*
ÖA9: *bu şekilde alanı hesaplayabiliriz. Tabi ki senin dediklerin kare, üçgen veya dikdörtgen için geçerli, başka bildiğimiz geometrik şekiller de var. Peki, alan ve çevre arasındaki ilişkiyi söyleyebilecek olan var mı?*
Öğrenci3: *çevre dış bölüm, alan iç bölüm.*
ÖA9: *alan tamamen yüzeyi, çevre de kenarlarının toplamı.*
Öğrenciler: *evet*

ÖA9 burada temel kavramları hatırlatmıştır. Alan ve çevre arasındaki farkı özellikle vurgulamıştır ki bir öğrencinin verdiği yanıt geçerli olmadığı için düzeltme yapma gereği hissetmiştir. Bunun yanı sıra alan ölçü birimleri gerekli olduğu için bu konuda da ön bilgilerini yoklamıştır.

ÖA9: *Alanın yani yüzey ölçüsünün birimlerini bilen var mı? Hangi birimlerle alanı hesaplayabiliriz?*
Öğrenci4: cm^2, m^2, km^2, br^2
ÖA9: *evet.* mm^2, cm^2 *diye başlar ve 100' er 100' er artar değil mi? Bunun sebebi nedir?*
Öğrenciler: *kenarlarını çarptığımız için.*
ÖA9: *güzel, evet, şimdi etkinliğimize geçebiliriz.*

ÖA9 beklediği yanıtlar gelince modelleme etkinliğe geçmenin uygun olduğunu düşünmüştür. Böylece sınıfın modelleme etkinliğine hazırlığı sağlanmıştır. ÖA9 ilk olarak etkinlikle ilgili olarak noktalı kâğıt dağıtacağını ve bu kâğıtta belirtilen şekillerin verilen noktalarla birlikte alanlarını hesaplayacaklarını sınıfa bildirmiştir. ÖA9 burada bir kez açıklama yapma gereği hissetmiştir.

"Yani kâğıda içindeki ve çevresindeki noktaları yazacaksınız ve bu iki durumdaki noktalardan bir alan bulacasınız. Burada toplama, çıkarma, çarpma ve bölme işlemleri yaparak bir alan formülüne ulaşmanızı istiyorum."

ÖA9 işlemler konusunda yaptığı açıklamalarla birlikte öğrencileri rahatlatmış ve bir anlamda onları modelleme etkinliğini yapabilecekleri konusunda motive etmiştir. Problem durumunu basitleştirmek amacıyla dört işlemi kullanabileceklerini söylemiştir. Bunun üzerine gruplar etkinlik üzerinde çalışmaya başlamışlardır. Hatta noktaları bulma konusunda gayet başarılı olmuşlardır. Bu noktada gruplar ÖA9' dan yardım almamışlardır.

ÖA9 öğrencilere öncelikle alanı değil noktaları bulmalarını söylemiştir ki gruplar noktaları bulma işlemini çoktan tamamlamış ve alana yönelmişlerdir. Gruplar alanları bulmada genellikle birim karelere ayırma yöntemini kullanmışlardır. Bazı gruplar da bir diğer yöntem olarak geometrik şekilleri dikdörtgene tamamlayıp, kalan parçaların alanlarını çıkarmışlardır.

ÖA9 sıraların yerleşiminden dolayı gruplara 2' şer kâğıt vermeyi tercih etmiştir. Ama bu durum grup çalışmasını olumsuz etkilememiştir. Gruplar çalışmalarını ayrı ayrı yapmışlar, gruptaki her üye çalışmaya etkin olarak katılmış, buldukları sonuçları grup içinde karşılaştırmış ve geometrik şekillerin alanlarını doğru bir şekilde hesaplayabilmişlerdir.

ÖA9, "matematikte ortak sonuç elde edebilmek için alan formülünü kullanırız. Şimdi burada da öyle bir formül bulmanızı istiyorum ki tüm geometrik şekiller için sağlansın. Öyle bir kural bulun ki burada gördüğünüz bütün şekillere o kuralı uyguladığınızda bu alan değerleri tek tek bulunsun." diyerek öğrencilere ulaştıkları modelleri yorumlamalarını ima etmiştir. Bunu farklı şekillerde de sık sık belirtmiştir.

ÖA9: Tüm alanlarını hesapladınız mı?
Öğrenciler: evet
ÖA9: *şimdi mesela bir karenin alanını hesaplarken ne yapıyoruz? Bir formülümüz var, karenin bir kenar uzunluğu a br ise alan axa yani a^2 dir. Ve biz karenin kenarı 1* cm de olsa 2 *cm de olsa formül hep a^2 dir değil mi?*
Öğrenciler: *evet*
ÖA9: *şimdi ben sizden öyle bir formül istiyorum ki hem içindeki nokta sayısı hem çevredeki nokta sayısından bir formül bulun. Bulduğunuz formül buradaki tüm şekilleri sağlasın.*

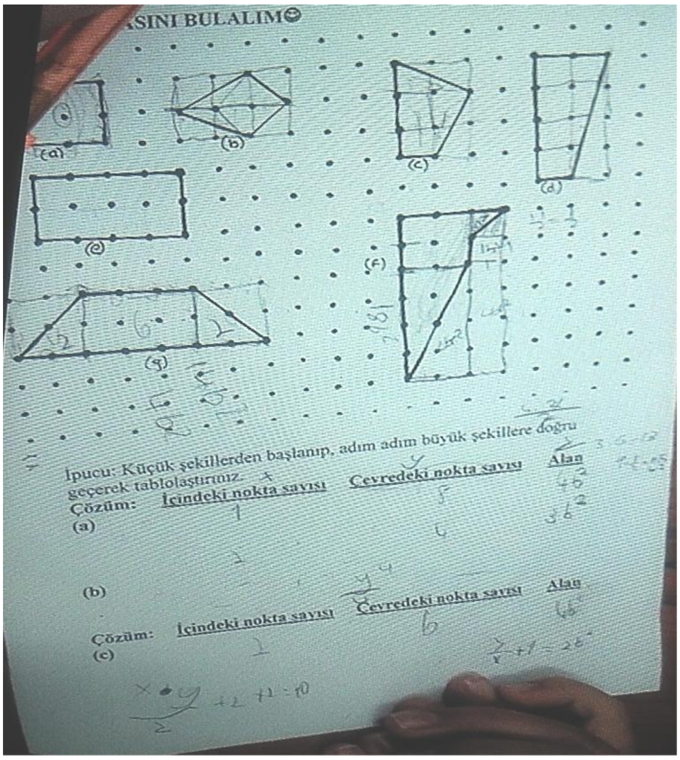
1. grup bir genellemeye kısa sürede ulaşmıştır. Ulaştıkları genelleme (ç : 2 + 1) -1 şeklindedir. Burada "ç" çevredeki nokta sayısını ifade etmektedir. ÖA9 1. gruba

çözümlerinin hatalı olduğunu belirtse de onlar ısrarla çözümlerinin doğru olduğunu öne sürmüşlerdir. ÖA9 ise onların heveslerini kırmamış ve onlardan modellerini doğrulamalarını istemiştir.

ÖA9: *olmadı*
Öğrenci1: *uyuyor hocam*
ÖA9: *hepsi çıkıyor mu?*
Öğrenci1: *çıkıyor*
Öğrenci2: *nerdeyse*
ÖA9: *o zaman siz başka bir formül buldunuz.*
Öğrenciler: *arkadakileri bir deneyelim bakalım.*
ÖA9: *hepsini bir deneyin bakalım, sağlıyorsa ikinci formülü siz bulmuş olursunuz.*
Öğrenciler: *oluyor hocam hepsi.*
ÖA9: *oluyor mu hepsi? Sadeleştirin bakalım o ifadeyi, ne çıkacak?*
Öğrenci3: *"ç:2"*
ÖA9: *"ç:2" buldunuz ama sadece ç yok. Olmadı ama çok yaklaştınız. Benzer işlemler yapmanız gerekir. Biraz daha uğraşın bakalım. Çıkacak gerçekten çok yaklaştınız. (motive ediyor)*
Öğrenci: *i yi kullanmadık. (değişkenlerini hesaba katmadıklarını fark ettiler)*

ÖA9 öğrencilerin başarabileceklerine olan inancıyla grubu doğru çözüme ulaşana dek çalışabilmeleri ve düşünmeleri için cesaretlendirmiştir. Bunun neticesinde 1. grup tüm değişkenleri kullanmadıklarını fark etmişler ve çalışmanın boyutunu değiştirmişlerdir Bir süre sonra 1. grup modeli oluşturmuş ve ÖA9' u yanlarına çağırmıştır. Tüm değerlerin sağlandığını (modeli doğruladıklarını) söylemişlerdir. ÖA9 diğer öğretmen adaylarının aksine grubun bulduğu çözümün doğru olduğunu onlara bildirmiştir. Grubun çok sevindiği ve birbirlerini alkışladıkları gözlenmiştir. ÖA9 grubu tebrik etmiştir. Böylece sınıfta rekabet ortamı doğmuş ve bu durum diğer grupların hırslanmasına neden olmuştur. ÖA9 grupları motive etmek için tüm değişkenleri dikkate alarak işlem yaptıklarında doğru formüle ulaşacaklarını söylemiştir. Onları biraz daha düşünmeleri konusunda teşvik etmiştir. Bu noktada 5. grup x, y ve z değişkenleri atayarak ulaştıkları modeli doğrulama çabası içindedir.

Öğrenci1: *dur bir dakika b yi deneyelim. İkisini çarp, böl 2 ye 4.*
Öğrenci2: *iç noktalarına bakalım bir de. Ona göre kullan.*
ÖA9: *x ve y yi çarpıp 2' ye böldünüz sonra*
Öğrenci3: *z' yi ekledik*
ÖA9: *z nedir?*
Öğrenci4: *alan*
ÖA9: *z yi eklemeyin zaten değer olarak z' yi bulacaksınız. x ve y' den yola çıkarak z yi bulduran formül isteniyor sizden. (ipucu veriyor)*
Öğrenciler: *haa, tamam ya şimdi oldu.*



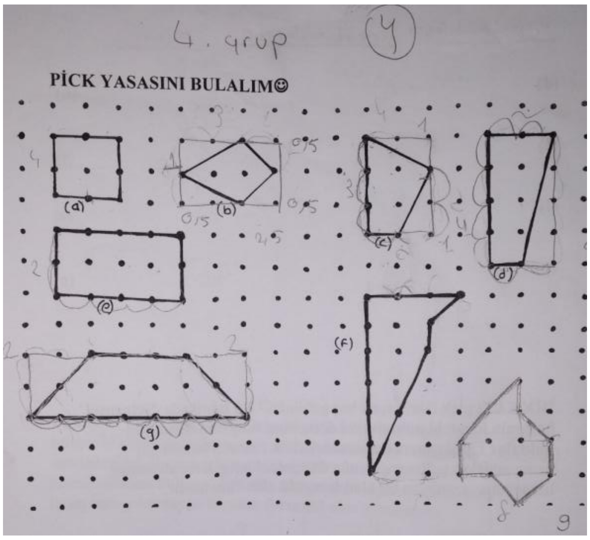
Şekil 5.19: Grup Çalışmalarından Örnekler-1

Öğrenciler bunun üzerine ulaştıkları formülü silmişler ve değişkenleri tekrar gözden geçirmişlerdir. 4. grupta yaşanan süreç ise şöyledir:

> Öğrenci1: *i yok, hocam şimdi ne yapacağız?(ç:2 ifadesi genelde gruplar tarafından bulunmuştur)*
> ÖA9: *sadece ç değil i yi de kullanın. Bir de burada tek işlem yok dikdörtgenin alanında sadece çarpma işlemi var. Tek, küçük, basit bir formül gibi düşünmeyin. Büyük bir formül, çok kısa bir formül değil. İçinde 3 tane işlem var bu formülün. Böyle düşünün.*

ÖA9 bu açıklamayla birlikte 4. grubun bakış açısını geliştirmesini istemiştir. Nitekim 3. grup da benzer şekilde çarpma işlemini kullanarak formüle ulaşma çabasındadır. ÖA9 sadece çarpma işleminin yeterli olmadığını onlara da bildirmiştir. 2. grup buldukları formüllerin hiçbirinin olmadığını ÖA9' a söylemiştir. ÖA9 gruplarla ilgilenirken bir ara 1. gruba ilk buldukları formülün niye olmadığını sormuştur. Onlar da +1, -1 yazdıklarını bunun yerine +i, -1 yazmaları gerektiğini söylemişlerdir. 1. grupta modelleme etkinliğinin amacına ulaştığını söylemek mümkündür. Ancak 1. ders sona ermiştir. Fakat şaşırtıcı bir şekilde 1. grup da dâhil olmak üzere gruplar teneffüse çıkmamış ve çalışmalarına kaldığı yerden devam etmişlerdir. Bu, öğrencilerin motivasyonunu ve çözüme olan inancını ortaya koymaktadır. Bunun neticesinde 4. grup teneffüste doğru modele ulaşmıştır. ÖA9 modelin doğru olduğu kendilerine bildirmesiyle çok mutlu olmuşlardır. ÖA9 gruba modeli doğrulamalarını söylemiştir.

ÖA9: *siz de bir geometrik şekil çizerek ulaştığınız genellemeyi doğrulayın bakalım*
Öğrenci1: *üçgen çizelim.*
ÖA9: *daha karmaşık bir şekil de olabilir.*
Öğrenciler: *tamam.*
Öğrenci2: g deki gibi karışık bir şekil olsun.
Öğrenci3: alan 6.5 br^2 hocam, formülle de aynı çıktı.
ÖA9: peki, aferin…

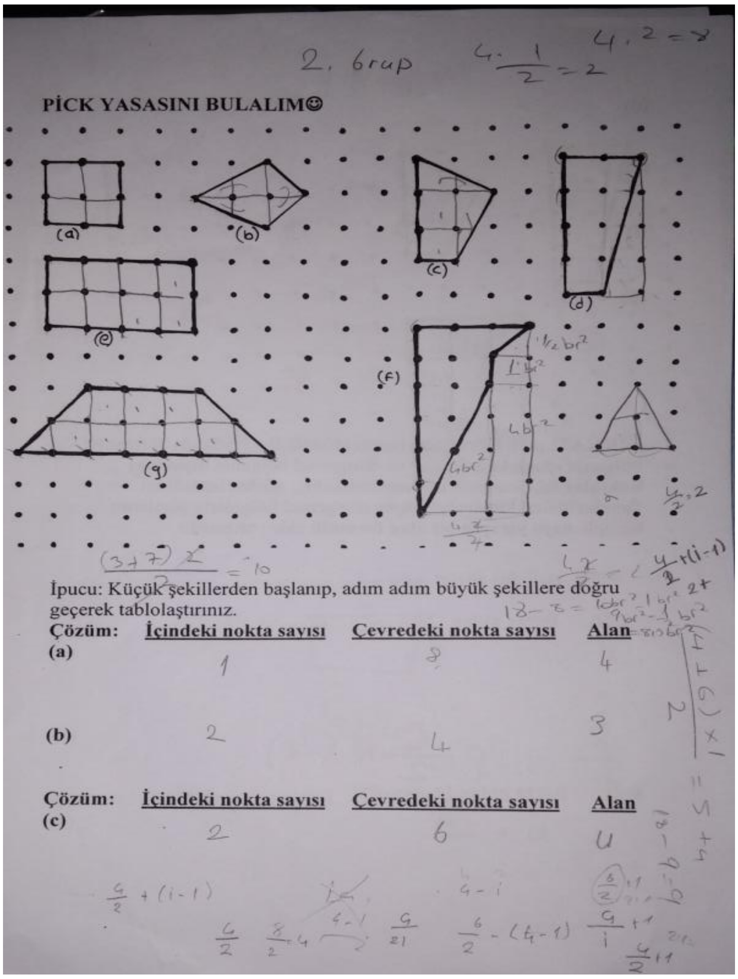


Şekil 5.20: Grup Çalışmalarından Örnekler-3

4. grup Şekil 5.20' de görüldüğü gibi kendi belirlediği bir geometrik şeklin alanını, ulaştıkları modeli kullanarak da elde edebilmiştir ki bu da modelin doğrulandığının göstergesidir. Teneffüste doğru modele ulaşan bir diğer grup da 2. grup olmuştur. Çalışma kâğıtları teneffüs boyunca ÖA9' da kalmıştır. Bu nedenle ÖA9, 2. gruptan da çözümünü açıklamasını istemiştir.

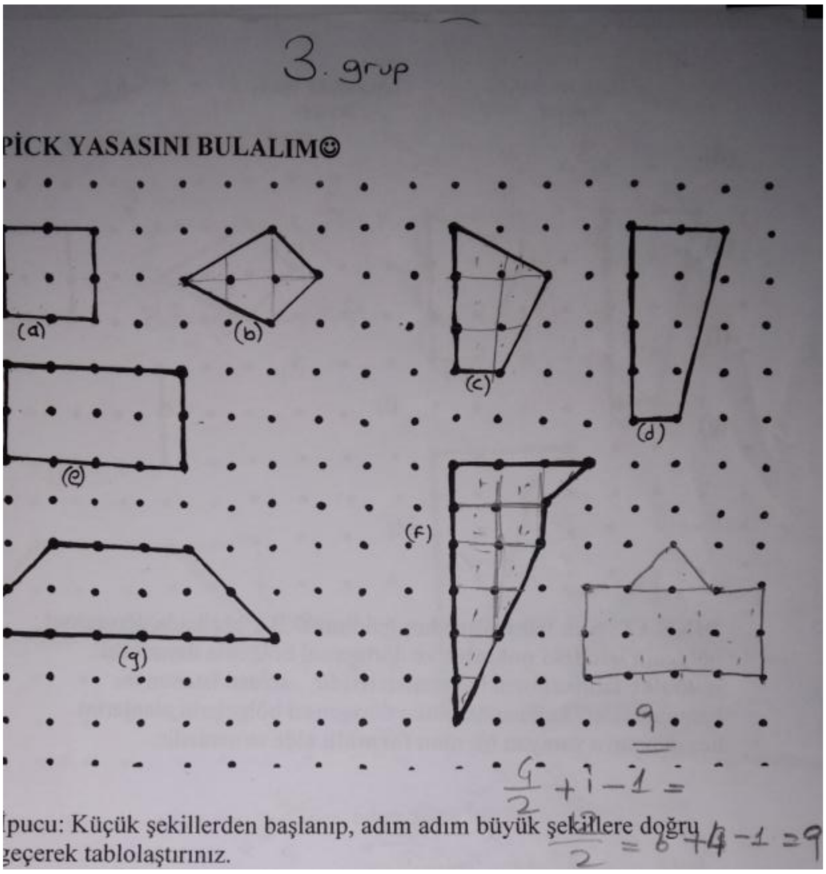
ÖA9: *değerleri hatırlıyor musunuz?*
Öğrenci1: *baştan sona her şeyi denedik.*
Öğrenci2: *Değerler arkadaşın aklında kalmış. Hocam biz hepimiz teneffüste bir sürü şey denedik.*
ÖA9: *Peki, sağlamasını yaptınız mı?*
Öğrenciler: *diğer değerler için de yaptık oluyor.*
ÖA9: *peki şöyle bir şey yapalım. Siz bir tane geometrik şekil çizin. Bir de öyle bakalım.*

Öğrenciler taban uzunluğu 2 br, yüksekliği 2 br olan bir üçgen çizdiler. Alanı hem formül kullanarak hem de ulaştıkları modelde kullanarak incelediklerinde aynı değeri buldular. Bunun üzerine ÖA9 gruba "aferin size" diyerek başarılarını takdir etmiştir. 2. grubun çözümü Şekil 5.21 de sunulmaktadır.



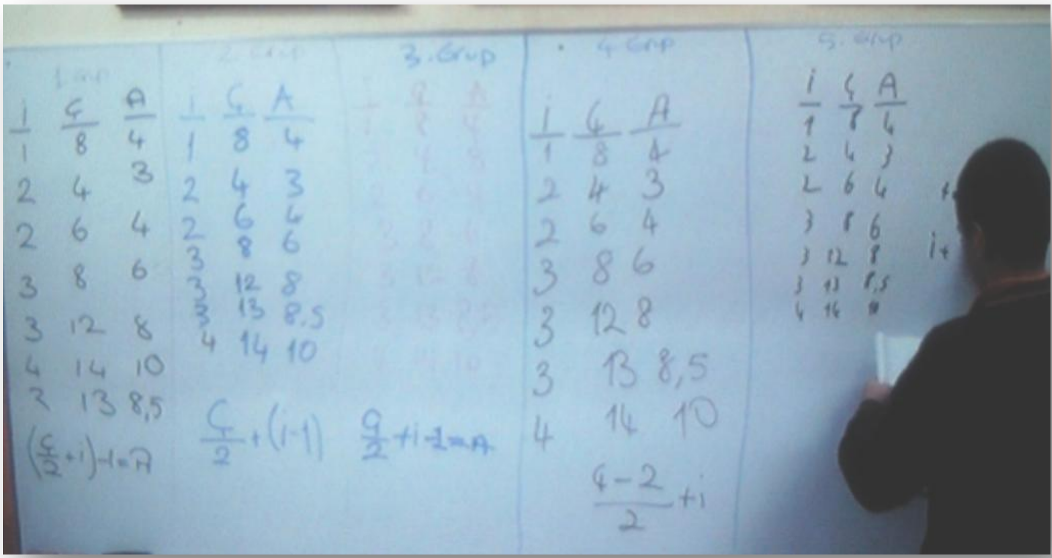
Şekil 5.21: Grup Çalışmalarından Örnekler-4

3. grup, "ç : 2" den genellemeye ulaşmaya çalışıyor, i' yi dikkate almıyordu. ÖA9 tam uyarı yapacaktı ki o esnada gruptan bir başka öğrenci formülü bulduğunu söyledi ve arkadaşlarına nasıl bulduğunu açıkladı. Ancak doğru modele hala ulaşamamışlardı. Birkaç deneme daha yaptılar ve sonunda onlar da doğru modele ulaştılar. Bu grup 2 farklı geometrik şekil çizerek modeli doğrulayabilmiştir.



Şekil 5.22: Grup Çalışmalarından Örnekler-4

Ancak 5. grup ne yaptıysa modeli oluşturamamıştır. Gruplara verilen süre sona erince ÖA9 bulunan tüm verilerin her gruptan bir üye tarafından tahtaya yazılmasını istemiştir. Daha sonra çözümlerin tartışılacağını gruplara bildirmiştir. Çözümler incelendiğinde tüm alan değerlerinin doğru hesaplandığı görülmüştür. Bununla birlikte 5. grup hariç diğer tüm gruplar ulaştıkları modeli tahtaya yazmışlardır. 5. grup ise model oluşturamadığı için tahtaya "formül yok" yazmıştır. Bunun üzerine ÖA9 5. grubun sözcüsüne buldukları tüm formülleri tahtaya yazmalarını söylemiştir. Buna sebep olarak onların da çok emek sarf ettiğini ve birçok modele ulaştıklarını ama bu çalışma için doğru modeli oluşturamadıklarını belirtmiştir. Bu noktada öğrenci yanlış olan pek çok model örneğini sıralamıştır. Bunlardan bir tanesi ise $(\frac{(i+3)+\frac{ç}{2}}{2})^2 = 16$ olmuştur. Bu modeli gören diğer grupların üyeleri hemen "neden 16?" sorusunu sormuştur. Bu soruya öğrenci net bir yanıt verememiştir.



Şekil 5.23: Gruplara Ait Çözümler

ÖA9 bunun üzerine 5. gruba dönerek neler yaptıklarını, nerelerde zorlandıklarını sorduğunda öğrenci “beynimiz döndü hocam. Baya işlem yaptık.” demiştir. Hâlbuki ÖA9 bu gruba daha önceden belirtilen bu modelden biraz daha basit olacağını söylediğini ifade etmiştir. Ancak 5. grup oluşturdukları bu modeli de açıklayamamıştır. ÖA9 bu sefer diğer gruplara sorular yöneltmiştir.

ÖA9: *hangi işlemleri yaparak sonuca ulaştınız?*
1. grubun sözcüsü: *çarpmayı kullanmadık hiç. Bölme, toplama ve çıkarma işlemlerini kullandık.*
2. grubun sözcüsü: teneffüsteydik. Grupta 3-2 ayrıldık, ayrı ayrı çalıştık. İlk biz yapmaya çalıştık, basit bir formül deyince aklımıza çarpma gelmedi. Bölme, toplama ve çıkarma geldi temel olarak. O işlemler üzerine yoğunlaşarak aklımızda kalan birkaç tane sayıyla teneffüs boyunca uğraştık ve formülü çıkardık. Sonra da grupça doğrulamasını yaptık.
3. grubun sözcüsü: ilk önce biz yaptık, ondan sonra bazılarında tutmadı. Ondan sonra tamamen bi anda aklımıza geldi.
4. grubun sözcüsü: *biz 1. ders o kadar yoğunlaşamadık, iyi geçmedi. Ama teneffüste aklımıza bir şeyler geldi. 3-3 grup içinde ayrılarak çalıştık, en son karşılaştırmalarımızı birlikte yaptık.*

Bunun üzerine ÖA9 dersi sonlandırmıştır. Bu uygulamada 5 gruptan 4’ ü istenen modeli oluşturmuştur. 5. grup da yeterli düzeyde (13 tane formül denemişler) çaba sarf ederek çalışmasını sürdürmüştür. Tüm gruplar çalışmaları esnasında başka şeylerle ilgilenmeyip etkinlik üzerinde çalışmıştır. Öğrencilerin dikkatini çeken bir etkinlik olmuştur. Sonuç itibariyle de modelleme etkinliği öğrencilerin birlikte çalışmalarına, birlikte fikir üretmelerine, karşılaştırma ve doğrulama yapmalarına fırsat verecek bir ortam sunmuştur. Buradan hareketle başarılı bir öğretimin gerçekleştiğini söylemek mümkündür.

Tablo 5.13: ÖA9' un Uygulamasına Katılan Grupların Modelleme Yeterliklerine İlişkin Bulgular

Ölçütler	**1.grup**	**2.grup**	**3.grup**	**4.grup**	**5.grup**
Problem anlama	2	2	2	2	2
Basitleştirme/Yapılandırma	3	3	3	3	2
Matematikleştirme	3	3	3	3	1
Matematiksel çalışma	3	2	2	2	1
Yorumlama	3	3	3	3	2
Doğrulama	3	3	3	3	1
Raporlaştırma	3	3	3	3	1
Toplam puan	20	19	19	19	10
Yeterlik düzeyi	**Yüksek**	**Yüksek**	**Yüksek**	**Yüksek**	**Düşük**

ÖA9' un grupların modelleme yeterliklerini değerlendirme puanları Tablo 5.13' te sunulmuştur. Buna göre 5 gruptan 4' ünün yüksek düzeyde modelleme yeterliğine sahip olduğu tespit edilmiştir. 5. grup çözüme ulaşmak için ne kadar çaba sarf etse de istenilen çözüme ulaşamamıştır. 5. grubun zorlandığı aşamalar matematikleştirme, matematiksel çalışma, doğrulama ve raporlaştırmadır. Zorlandıkları ilk 3 aşama genellikle diğer uygulamalarda da bulunurken, bu uygulamada raporlaştırmanın da bu duruma dâhil olması dikkati çeken bir durumdur. Bu durumun ortaya çıkmasında diğer tüm grupların doğru modele ulaşırken onların pek çok model geliştirmelerine rağmen bir türlü doğru modeli oluşturamamaları ve bunun için de çözümlerini sunmaya gerek duymadıklarını belirtmeleri etkili olmuştur.

5.3.10 ÖA10' un Uygulamasına Katılan Grupların Modelleme Yeterliklerine İlişkin Bulgular

ÖA10, 7. sınıf matematik programından ölçme öğrenme alanının, dörtgensel bölgelerin alanı alt öğrenme alanından belirlemiş olduğu "Kenar uzunluğu ile alan arasındaki ilişkiyi açıklar." ve "Çevre uzunluğu ile alan arasındaki ilişkiyi açıklar." kazanımlarına göre hazırladığı ders planına uygun olarak öğretim gerçekleştirmiştir. Modelleme etkinliğinde öğrencilerden farklı pencere büyüklüklerinden yola çıkarak Güneş ışığı alma miktarları hakkında yorum yapabilmeleri istenmektedir.

ÖA10 öğrencilerin ön bilgilerini ölçmek amacıyla onlara sorular sormak yerine hazırlık etkinliğini dağıtarak derse başlamıştır. Hazırlık etkinliği öğrencilerin dikkatini çekmiş ve öğrenciler aktif katılım göstermişlerdir. Öğrenciler problemi çözmek için vakit kaybetmeden çalışmaya başlamışlardır.

ÖA10 ilk gelen yanıtlara geri bildirimde bulunmamış, sadece açıklamaları dinlemeyi tercih etmiştir. Bu bağlamda öğrenciler düşüncelerini rahatlıkla açıklayabilmişlerdir. Bu noktada grupların benzer açıklamalar da bulunduklarına tanık olunmuştur. İlk etkinliğin çözümünde öğrencilerin informel bilgilerinin ve tahmin becerilerinin etkili olduğu söylenebilir. Ancak grupların bu düşüncelerini aynı zaman alan hesabı yaparak da doğruladıkları görülmüştür. 7. grup çözümünü şöyle açıklamıştır:

> “ *Güneş ışınlarının daha fazla gireceğini düşündük. Bunun için de en fazla yer kaplaması gerektiğini düşündük. Diğer pencerenin boyu yüksek ama Güneş ışınları yukarıdan giremez diye düşündük. Daha az girer diye düşündük. Ama eni geniş olan bir pencerenin yatay olarak girdiği için Güneş ışınları daha fazla girer diye düşündük. O yüzden birinci pencereyi seçtik.”*

2.grubun çözümü şöyledir:

ÖA10: *ne yaptınız ilkinde?*
Öğrenci: *birinci olanı seçtik çünkü alanı daha geniş.*
ÖA10: *neden geniş?*
Öğrenci: *enine* daha geniş olduğu için.
ÖA10: *peki sonra?*
Öğrenci: *alan olarak hesapladık. Çevrelerini ölçtük, alanlarını bulduk. Birinci pencerenin alanı ikinci pencereden daha fazla olduğu için onun daha büyük yani daha fazla ışık alabileceğini düşündük. Ondan birinciyi seçtik.*

Diğer grupların açıklamalarına da yer verilmiştir.

6. grup: *Güneş ışınlarının geliş miktarını düşündük. İkinci pencerenin boyu yüksek olduğu için bu pencere ışık alamayabilir diye düşündük. Biraz daha yatay ve enlemesine geniş olduğu için birinci pencere dedik. Ölçüm yapınca da birinci pencerenin alanının ikincisinden büyük olduğunu gördük.*

5. grup: *biz ilk olarak tahminde Güneş doğudan doğup batıdan battığına göre yatay olarak daha geniş olduğu için 1. pencereyi seçtik. Sonra ölçtüğümüzde alanı hesapladık 156 br^2 çıktı, 2. pencerenin alanı 154 br^2 çıktı. Buna göre 1. pencerenin daha çok Güneş ışığı aldığına karar verdik.*

4. grup: *biz ölçüm yapmadan önce kendi aramızda ilkini seçmiştik tahmini olarak. Daha geniş ve daha rahat Güneş ışınlarının girebileceğini düşündük. Birim cetvelle çevreleri hesapladık, çevresini hesaplayınca ikisi de eşit çıktı. Ama sonradan alana bakınca ilkinin alanı diğerinden 2 br^2 büyük çıktı. İlkini seçtik biz de.*

3. gruptan bir öğrenci: *ölçüm yapmadan önce ben ilkini seçtim, arkadaşlarım ikisi de eşit dedi. Ben kare olarak düşündüm ilk pencereyi. Arkadaşlarım “ikisi de aynı çünkü birincinin eni ikincinin boyu daha büyük. İkisi birbirini tamamlıyor. Bu yüzden ikisi de aynı.” dediler. Ölçüm yapınca kare değilmiş, ikisi de dikdörtgen çıktı. Çevreleri de eşit çıktı, alanları farklı* *çıktı. Alanları arasında 2 br^2 fark var bu yüzden kareye benzettiğimiz birinci pencere büyük çıktı. Onu seçtik.*

1. grup: *ilk tahminimiz birinci pencereydi çünkü Güneş ışığı pencereden içeri girdiğinde ışık yayılır ve ışık ne kadar geniş alandan gelirse o kadar yayılır. Bu yüzden birinci pencere daha geniş olduğu için hem de yüksek daha çok ışık alabilir. Cetvele göre de ölçtük, 13 e 12 geldi, diğeri 11 e 14 geldi. Bunların alanlarını hesapladık. Alanları 156 br^2 ve 154 br^2 bulduk. Cetvelle tahminimizi doğruladık.*

Bu grupta bir öğrenci ek olarak şöyle açıklama yapmıştır:

"*ilk olarak ikisi de aynı diye düşündük. Ama emin değildik, ölçmemiz lazımdı. Sonra birim cetvellerle ölçünce birincinin alanı diğerinden daha fazla çıkıyor yani birinci resim.*

Grupların tercihi genellikle birinci pencereden yana olmuştur. Nedeni ise bu pencerenin daha geniş olması yönündedir. ÖA10' un hazırlamış olduğu birim cetvellerle ölçüm yaptıklarında ilk pencerenin ebatlarını 12 x 13, ikinci pencerenin ebatlarını ise 11 x 14 olarak hesaplamışlardır. Bu durumda alan hesaplayarak da birinci pencere yanıtına ulaşmışlardır. Bunun yanı sıra birkaç öğrencinin pencerelerin büyüklüklerinin eşit olduğunu iddia ettiği görülmüştür. Onlara diğer öğrenciler geri bildirimde bulunmuşlardır. Bu öğrencilere pencerelerin büyüklükleri arasında 2 br^2 fark olduğu, çevrelerinin eşit ancak alanların arasında 2 br^2 fark olduğu, çevresinden değil alanından Güneş girdiği yönünde açıklamalar yapmışlardır.

Hazırlık etkinliği öğrencilerin yanlışlarını fark etmeleri, alan ve çevre arasındaki farkı ayırt edebilmeleri ve birbirlerinden öğrenmeleri konusunda etkili olmuştur. Giriş etkinliğinin öğrenci seviyesine uygun olduğu görülmüştür. Sınıfın genelinin rahatlıkla çözebildiği bir problemdir. Bu yönüyle giriş etkinliği amacına hizmet etmiştir. Modelleme etkinliği için de öğrencileri motive ettiği söylenebilir.

ÖA10 modelleme etkinliğini gruplara sunar sunmaz gruplar birim karelerden yola çıkarak pencerelerin alanlarını hesaplamışlardır. Alanları büyükten küçüğe doğru sıralamada da başarılı olmuşlardır ancak bir kenar uzunlukları aynı olan pencerelerin alanlarını karşılaştırmada öncelikle sıralama yaptıkları gözlenmiştir. ÖA10 bu noktada bakış açılarını değiştirmeleri ve aralarındaki ilişkiyi ortaya çıkarabilmeleri için gruplara düşündürücü sorular yöneltmiştir. Buna göre grupların yaptıkları çözümlere ilişkin açıklamaları şöyledir:

1. grup: *bir kenar uzunlukları eş ise diğer kenar uzunluğuna bakarız. Diğer kenar uzunluğu daha büyük olanın alanı daha fazladır. Yani oraya daha fazla Güneş ışığı girer diye düşündük.*

2. grup: *Biz de ilk başta 3. grup gibi bulmuştuk. Sonradan 4.yü de katalım diye onu bozmak zorunda kaldık. 4. ye hiçbir oran bulamadık. 3 ile 2 arasında bir oran bulduk.*

3. grup: *2. şeklin ve 3. şeklin baktığımız zaman alanları arasında bir oran var. Boyları eşit, boyları eşit olduğu için enlerine bakıyoruz. 2. şeklin eni 6 br, 3. şeklin eni 12 br. Alanlarına baktığımız zaman 2.nin alanı 78 br^2, 3. nün alanı 156 br^2 yani eni 2 katı olduğu için alanı da 2 katı olarak çıkıyor. Yani aralarında böyle bir orantı kurduk.*

4. grup: *Biz de sıralama yaptık. 4, 3 ve 2 nin yükseklikleri aynı ama alanları farklı.*

5. grup: *biz de 4, 3 ve 2' nin boyları 13 br olduğu için enlerine baktık. Enlerinde de 4>3>2 sıralaması vardır. Buna göre 4-3-2 diye sıraladık.*

6. grup: *bir kenarı aynı olan 2., 3. ve 4. pencere var. Bunların alanlarını birbirlerinden çıkarttık. Mesela 3.' nün alanından 2.' nin alanını çıkarttık 78 bulduk. 4.' den 2.' nin alanını çıkardık 130 çıktı. Sonra 4.' nün alanından 3.' nün alanını çıkardık 52 bulduk. Biz böyle yaptık.*

7. grup: *Biz 4-3-2 diye yaptık. Çünkü boylar aynıysa enlerine bakarız. Eni en büyük olan 4. dür ve daha fazla Güneş ışığı alabilir. 3.' nün eni, 2.' nin enine bakılırsa en fazla Güneş alan 4., sonra 3., sonra 2. dir.*

Bu durumda değişkenler arasındaki ilişkiyi görerek durumu modelleyen sadece 3. grup olmuştur. Sınıfın dikkatini sürekli kılmak amacıyla ÖA10 ilk doğru yanıtı veren gruba bir sürprizi olduğunu söylemiştir. Ödül olması nedeniyle problemi çözmeye daha ilgili davranmışlardır. Öğrenciler bu etkinliğe de aktif katılım göstermişlerdir. Tüm gruplar çevre uzunluklarının eşit olduğunu ama alanların farklı olduğunu bulmuştur. 7. grup ve ÖA10 arasında geçen diyalog şöyledir:

ÖA10: *Alanlar neden farklı?*
Öğrenci1: *kenar uzunlukları farklı olduğu için.*
Öğrenci2: *boyları 2şer 2şer artıyor, enleri 2şer 2şer azalıyor.*
ÖA10: *yani alana nasıl yansıyor bu durum?*
Öğrenci3: *alanı büyütüyor.*
ÖA10: *alanı büyüten ne?*
Öğrenci3: *kenar uzunlukları arasındaki farka bakarsak*
ÖA10: *yapın bakalım*
Öğrenciler: *farklar 9, 5, 1 olur.*
ÖA10: *yani?*
…

Öğrencilerden yanıt gelmeyince ÖA10 gruba problem üzerinde biraz daha düşünmelerini söylemiş ve 2. grubun yanına gelmiştir.

ÖA10: *neler yaptınız?*
Öğrenci1: *Çevreleri bulduk eşit çıktı. Alanları bulmaya çalıştığımızda 90, 104 ve 110 br^2 bulduk.*
Öğrenci2: *bunun sebebi, kenarlar birbirinden farklı olduğu için alanlar birbirinden farklı çıktı.*
ÖA10: *peki, buradan nasıl bir anlam çıkardınız?*

ÖA10 bu gruba da sonuca çok yaklaştıklarını bildirerek onları motive etmiş ve biraz daha dikkatli çalışmalarını söyleyerek grubun yanından ayrılmıştır.

3. grup

Öğrenci1: *çevreleri aynı, alanları farklı bulduk.*
ÖA10: *alanları niye farklı buldunuz?*
Öğrenci2: *enleri 2 br artıyor.*
ÖA10: *alanlar arasındaki değişim nasıl oluyor?*
Öğrenciler: *işte onu bulamadık.*
ÖA10: *Alan niye 3' te en büyük?*
Öğrenci3: *3' ün eni en büyük, boyu diğerlerinden küçük*

5. grup

Öğrenci1: *aralarındaki ilişkiyi oran olarak yaptık. Hepsinin çevresi 42 oluyor. Alanları 1. nin 90, 2. nin 104, 3. nün 110 br^2 oluyor. Buradan alanları oranladık ama çok sadeleştiremedik.*
Öğrenci2: *Bir şey daha bulduk. 1.,2. ve 3. nün enleri ve boyları arasında hep 2 fark var.*
ÖA10: *alan nasıl değişmiş o zaman? Burada oran bulmak zorunda değilsiniz. Burada sizden istenen çevreler aynıyken alan niye farklı?*
Öğrenci3: *enler artıyor,6, 8, 10. Boylar azalıyor, 15, 13, 11.*
ÖA10: *Niye en büyük alan 3ün mesela?*

4. grup

ÖA10: *yine sıralama yapmışsınız. Neden 3 en büyük?*
Öğrenci1: *alanlarını bulduk, 90 br^2, 104 br^2 ve 110 br^2 .*
ÖA10: *niye 110 br^2?*
Öğrenci2: *kenarları çarptık.*
ÖA10: *neden en büyük o çıkmış?*
Öğrenci3: *git gide eni genişliyor, boyu da kısalıyor.*

Sonuç olarak, grupların genel olarak modeli oluşturmada zorlandıkları, problem durumu ile gel-git yaşadıkları görülmektedir. ÖA10 neredeyse her gruba bakış açısını değiştirmesi için yönlendirici sorular yöneltmiştir. Buna göre gruplar çalışmalarını sürdürmüş ve istenilen çözümü elde etmek için çaba sarf etmişlerdir. Nitekim süreci doğru şekilde tamamlayan gruplar olmuştur. Verilen süre sona erdiğinde de tüm çözümler tahtada sunulmuştur.

Grupların çözümleri incelendiğinde 2. ve 7. grupların kenarlar arasındaki fark azaldıkça alanın fazlalaştığı çıkarımına ulaştıkları görülmüştür. 1. grup ise daha genel bir çıkarıma ulaşmıştır. Bu grup "toplamları eşit olan sayılar ne kadar yakınsa çarpımları o kadar fazladır." yargısına varmıştır.

ÖA10' un grupların modelleme yeterliklerini değerlendirmesi Tablo 5.14' te sunulmuştur. Bu değerlendirmelere göre, 4 grup yüksek düzeyde 3 grup orta düzeyde modelleme yeterliği sergilemiştir. Gruplarda zorluk yaşanan bir aşamanın olmadığı da görülmektedir.

Tablo 5.14: ÖA10' un Uygulamasına Katılan Grupların Modelleme Yeterliklerine İlişkin Bulgular

Ölçütler	**1.grup**	**2.grup**	**3.grup**	**4.grup**	**5.grup**	**6.grup**	**7.grup**
Problem anlama	3	3	3	2	2	2	2
Basitleştirme/ Yapılandırma	3	3	3	2	2	2	3
Matematikleştirme	3	3	3	2	2	2	3
Matematiksel çalışma	3	3	3	2	2	2	3
Yorumlama	3	3	3	2	2	2	3
Doğrulama	3	3	3	2	2	2	3
Raporlaştırma	3	3	3	3	3	3	3
Toplam puan	21	21	21	15	15	15	20
Yeterlik düzeyi	**Yüksek**	**Yüksek**	**Yüksek**	**Orta**	**Orta**	**Orta**	**Yüksek**

5.3.11 ÖA11' in Uygulamasına Katılan Grupların Modelleme Yeterliklerine İlişkin Bulgular

ÖA11, 7. sınıf matematik programından cebir öğrenme alanının, örüntüler ve ilişkiler alt öğrenme alanından belirlemiş olduğu "Sayı örüntülerini modelleyerek bu örüntülerdeki ilişkiyi harflerle ifade eder." kazanımına göre hazırladığı ders planına uygun olarak öğretim gerçekleştirmiştir. Modelleme etkinliğinde 5 abonenin operatör aracılığı olmadan karşılıklı telefon görüşmesi yapabilmesi için bir sistem geliştirmesi istenmektedir.

ÖA11 öğrencilerin örüntü hakkında ön bilgilerini ölçmeye yönelik olarak hazırladığı soruları sorarak derse başlamayı tercih etmiştir.

ÖA11: *örüntü nedir?*
Öğrenci1: *belli bir kural gösteren sayılar ya da şekiller*
ÖA11: *peki, başka?*
Öğrenci2: *ard arda gelir, hep aynı olur*
ÖA11: *başka?*
Öğrenci3: *tekrarlanan olaylar*
ÖA11: *örüntü hakkında başka düşüncesi olan var mı?*
Öğrenci4: *aynı şeylerin belli bir kurala göre tekrarlanması*

ÖA11 yeterli düzeyde yanıtlar aldığını belirttikten sonra örüntülerin tanımını bir kez de kendisi tekrarlamıştır. Daha sonra öğrencilere günlük hayatta örüntülerin yerinin olup olmadığını fark etmeleri açısından sorular yöneltmiştir.

ÖA11: *günlük hayattan örnek verebilir misiniz?*
Öğrenci5: *ormanlardaki ağaçlar*
ÖA11: *başka?*
Öğrenci6: *Güneşin her gün doğması*

Öğrenci7: *sayılar*
ÖA11: *nasıl sayılar?*
Öğrenci8: *çift sayılar mesela.*
ÖA11: *evet, güzel.*
Öğrenci9: *her gün yatıp aynı saatte kalkmamız.*
ÖA11: *evet başka günlük hayattan örnek vermek isteyen var mı?*
Öğrenci10: *mesela bayanlar örgü örerken sıra sıra gidiyorlar.*
Öğrenci10: *saatteki sayılar*
ÖA11: *ardışık şekilde ilerliyorlar. Şimdi tahtaya birkaç örnek yazacağım. Hangisinin örüntü olup olmadığına siz karar vereceksiniz.*

ÖA11, öğrencilerin verdikleri örneklerden örüntüyü günlük hayatta doğru bir şekilde kullanabildiklerini anlamıştır. Gelen yanıtlara geri bildirimde bulunmuştur. Öğrencileri modelleme etkinliğine hazırlamak amacıyla onlara örnekler sunarak örüntüyü modelleme yeterliklerini gözlemlemek istemiştir. ÖA11 örneklerin yer aldığı problem durumunu görselleştirerek gruplara sunmuştur. Gruplar çözümlerini yaparken ilk örnekteki artış miktarlarını hesaplamışlardır. Verilen süre sona erdiğinde grupların yanıtları tahtaya yazılmıştır. Tüm grupların soruyu doğru yanıtladığı görülmüştür. Gruplara ikinci bir örnek sunarak bu örnekte yer alan örüntüyü de modellemelerini istemiştir.

Öğrenci11: *2n artış miktarı, n' nin yerine kaçıncı sırada olduğunu yazıyoruz. 5.sırada olduğundan dolayı n yerine 5 yazıyoruz.*
ÖA11: *5. adımı sormuyorum. n. adımı soruyorum.*
Öğrenci11: *2n o zaman.*
ÖA11: *başka fikri olan var mı?*
Öğrenci12: *n+2*
ÖA11: *n+2 sağlıyor mu?*
Öğrenci12: *2' ye n desek n+2, 4 tür. 3' e n desek o zaman 5 yapar. Olmadı.*
Öğrenci13: *2n*
ÖA11: *emin misin?*
Öğrenci13: *n' nin 2 katı. 1. den 2. ye geçerken 2 kat artmış, 2n olma ihtimali var.*
ÖA11: *ama ihtimal değil, bana kesin olarak net cevap vermenizi istiyorum. Şimdi kesin yanıt nedir?*
Öğrenciler: *2n*

ÖA11 bir öğrencinin tahtada çözümü yapmasını istemiştir.

Öğrenci14: *1. adımda 2, 2. adımda 4, 3. adımda 6 tane var. Demek ki bunlar 2 kat ilerliyor. Biz 2n cevabı verdik. Örneğin n yerine 1 yazarsak 2.1=2, bunun cevabını veriyor. Diğer adımlarda da yine bunun cevabını veriyor.*

ÖA11 hazırlık etkinliğinde istenen sonuca ulaştığını belirttikten sonra modelleme etkinliğinin yer aldığı çalışma kâğıtlarını gruplara dağıtmıştır. ÖA11 problemin anlaşılması konusunda öğrencilerin sıkıntı yaşayabileceğini düşündüğü için problem durumu hakkında gruplar çalışmalarına başlamadan önce onlarla ön konuşma yapmayı tercih etmiştir.

ÖA11: *operatör derken belli bir merkez olmadan herkes birbiri ile konuşabilir. İki kişi arasında olan görüşmeler gibi.*
Öğrenci: *telsiz sistemine benzer bir şey değil mi?*
ÖA11: *evet. Telsiz sistemi gibi düşünebilirsiniz. Mesela sadece 1 kişi olsa herhangi biriyle görüşme yapabilir mi?*
Öğrenciler: *hayır*
ÖA11: *iki kişi olsa*
Öğrenciler: 1
ÖA11: 3 kişi olsa

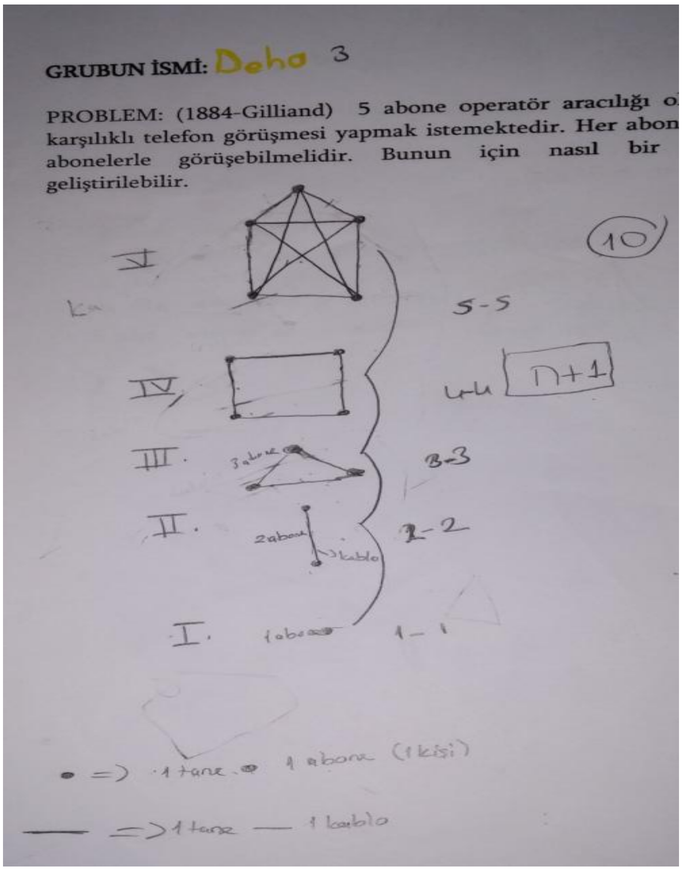
Öğrencilerden farklı yanıtlar gelmiştir. Bunun üzerine ÖA11 öğrencileri grup çalışmalarına yönlendirmiştir.

ÖA11: emin misiniz? Bunu değerlendirerek bir örüntü oluşturacaksınız ve bu örüntüyü modelleyeceksiniz yani genel bir ifadeye ulaşacaksınız.

Gruplar etkinlik üzerinde çalışmaya başlamışlardır. Grup çalışmalarından örneklere aşağıdaki görsellere ve diyaloglara yer verilmiştir.

3.grup:

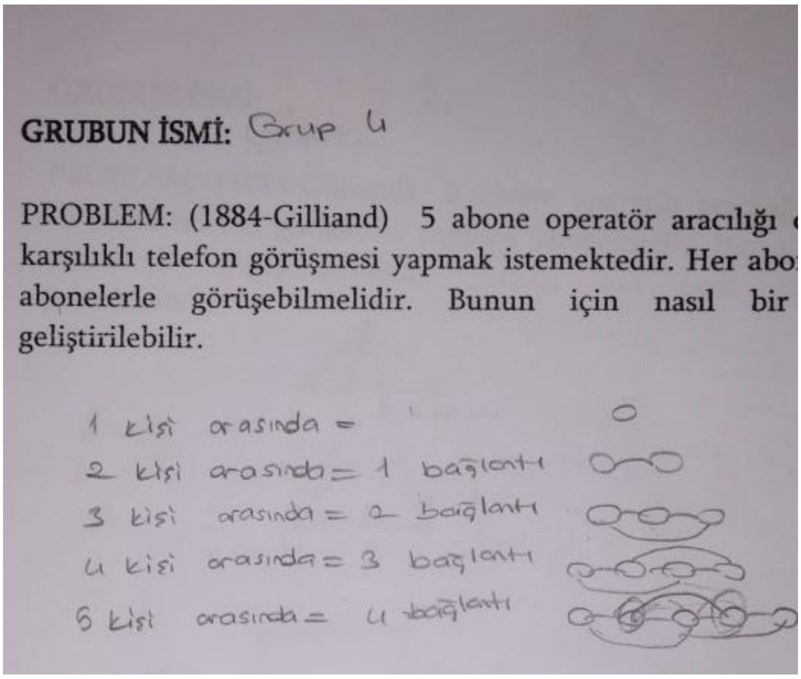
Öğrenci1: *burayı sileceksin bak, burada bağlantı olmayacak*
Öğrenci2: *hayır, orada da operatör var.*
Öğrenci3: *doğru, doğru, tamam.*



Şekil 5.24: Grup Çalışmalarından Örnekler-1

4. grup:

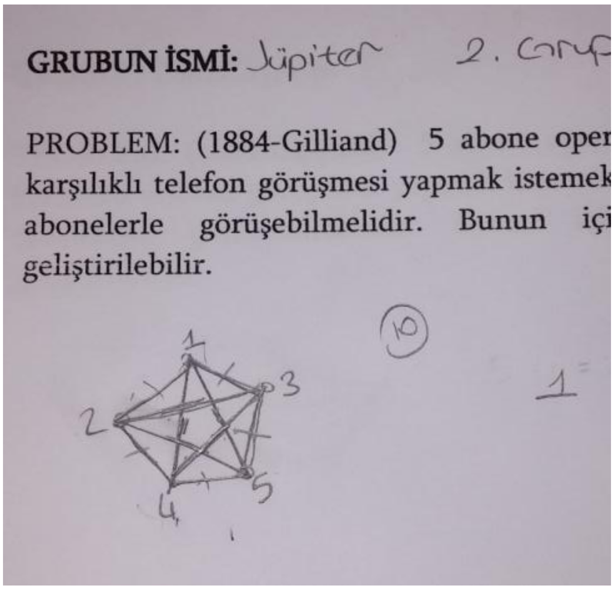
ÖA11: *3 kişi arasında 1 bağlantı mı olur?*
Öğrenciler: *ama öğretmenim 2 kişi birbiri ile konuşur, öbürü konuşamaz ki o yüzden. Bir bağlantı kurulur 3 kişi arasında.*



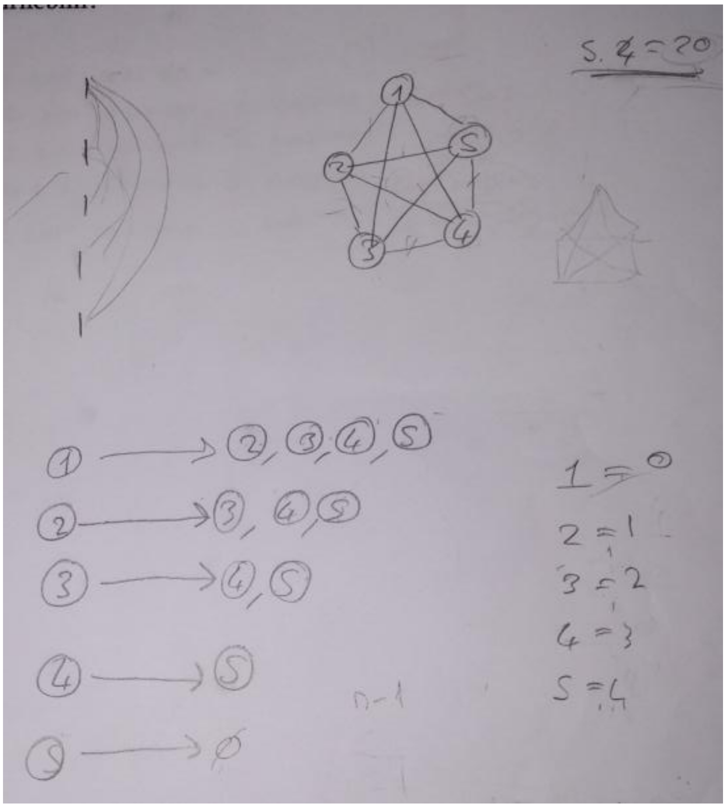
Şekil 5.25: Grup Çalışmalarından Örnekler-2

2. grup:

ÖA11: *kaç buldunuz?*
Öğrenciler: *10*
ÖA11: *nasıl buldunuz?*
Öğrenci1: *hepsi birbiri ile bağlantılı, saydık 10.*
ÖA11: *tamamladınız mı?*
Öğrenciler: *bir şeyi eklememiz gerekiyor.*



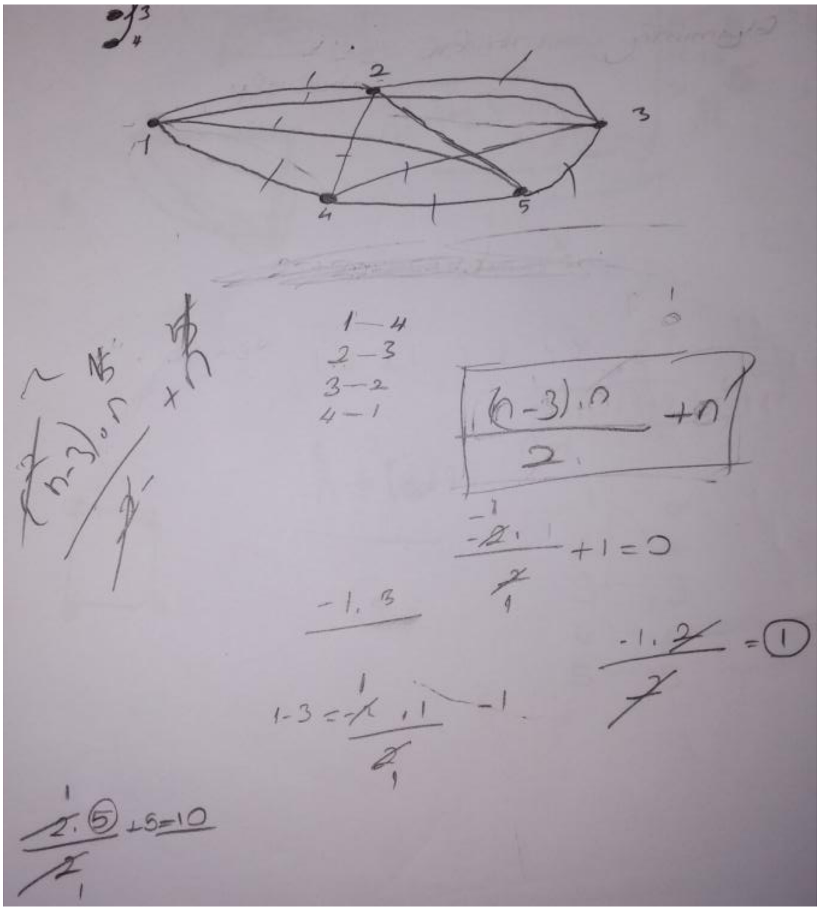
Şekil 5.26: Grup Çalışmalarından Örnekler-3



Şekil 5.27: 4. Grubun Çalışmasından Örnek-1

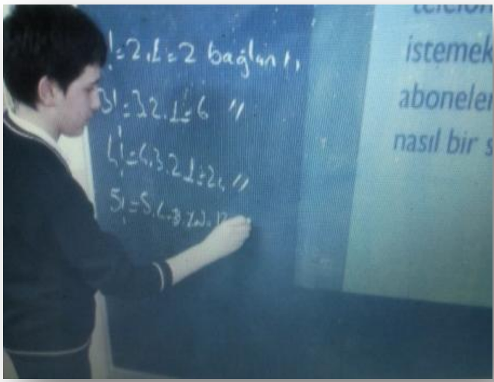
9. grup:

ÖA11: *nasıl buldunuz?*
Öğrenci: *bir beşgen çizdik, 5 kişi olduğu için. Beşgenin köşegenlerini çizdik. Her kişi 4 kişiye ulaşabildiği için. Sonra n kenar sayısı, kişi sayısını bulmak için (n – 3)/ 2 +n dedik. 5 kişi olduğu için (5 - 3) / 2 +5 = 6 oluyor.*



Şekil 5.28: 9. grubun Çalışmasından Örnek

ÖA11 grupların çalışmalarına müdahalede bulunmamıştır. Gruplar verilen süre içerisinde çözümlere ulaşmışlardır. Çözümler her bir grubun sözcüsü tarafından sunulmuştur. Aşağıda 1. gruba ait çözümü gösteren şekle yer verilmiştir. 1 grubun sıralamayı temel aldığı ve cebirsel-analitik model inşa ettiği görülmektedir. Bu model Sekerak' ın (2010) belirttiği model türlerinden birisidir. Ancak bu noktada problemin tam olarak anlaşılmadığı ve modelde kullanılacak değişkenleri doğru tanımlayamadıkları görülmektedir. Benzer şekilde diğer modelleme yeterliklerinde de de sorun olduğu ortadadır.



Şekil 5.29: 1. grubun Sunumu

2. grubun sunumu şöyledir:

Öğrenci: *5 tane operatör var ya, biz bunların hepsini birleştirdik. Ondan sonra hepsini saydık 10 çıktı.*
ÖA11: *peki genel bir ifadeye ulaşabildiniz mi?*
Öğrenci: *hayır.*

Şekil 5.30: 2. grubun Sunumu

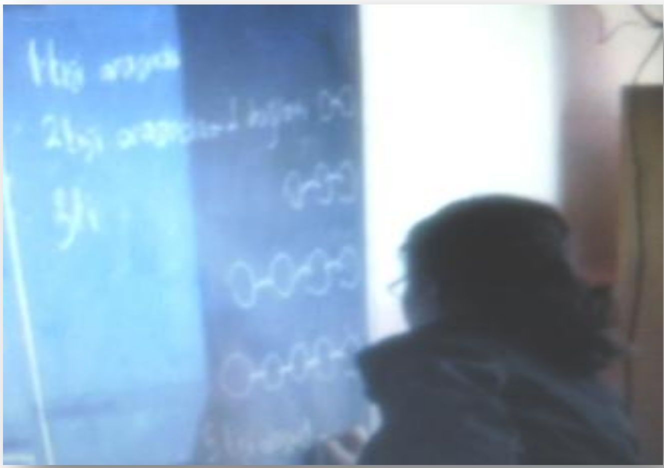
2. grubun geometrik model inşa ettiği görülmektedir. Bu model de Sekerak' ın (2010) belirttiği model türlerinden birisidir. Ancak grubun modelin doğrulamasını gerçekleştirmede yetersiz kaldığı görülmektedir. Oysaki geliştirdikleri bu modeli örneğin n, 5' ten büyük olacak herhangi bir problem durumu için kullanabilirlerdi. Ancak geometrik şeklin yani bütün olarak çokgenin kenar sayısını sonsuz arttırdığımızda şeklin çizimi zorlaşacaktır ve doğal olarak bu modelin cebirsel modelle desteklenmesi daha uygun olacaktır. 3. grubun sözcüsü *"biz çizgilerden yola çıktık. Noktaların kişi olduğunu gösterdik. Bir çizginin de bağlantı olduğunu gösterdik. 1 kişi tek başına konuşabilir, 2 kişi kendi aralarında konuşabilir, 3 kişi de 3 bağlantı kurarak konuşabilir. 4 kişi için 4, 5 kişi için 5"* şeklinde çözümünü açıklamıştır.

Şekil 5.31: 3. Grubun Sunumu

Bu noktada 3. grubun da geometrik model inşa etmeye çalıştığı görülmektedir. Ancak modelin oluşturulma aşamasında hatalar olduğu sınıftaki öğrenciler tarafından da fark edilmiştir. Bu noktada öğrencilerin yorumları duruma açıklık getirmektedir.

Öğrenci1: *onların hepsi birbiri ile görüşür.*
Öğrenci2: *mesela karede 1. ile 3. kişi görüşemiyor.*
Öğrenci3: *burada herkes sağındaki ile konuşuyor ama çaprazındaki ile konuşamıyor.*

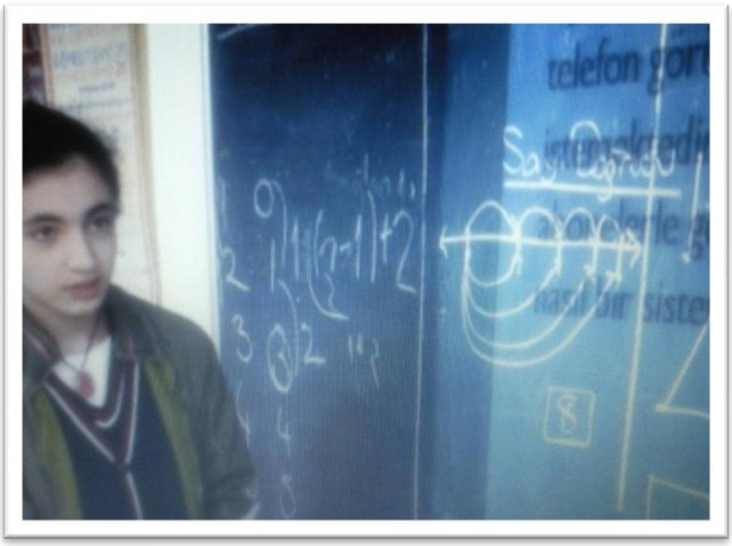
Öğrencilerin ulaştığı bu tespitler çok doğrudur. Nitekim 3. grubun sözcüsü de söylenilenleri dinlemiş ve yaptıkları çözümü incelemeye başlamıştır. Birtakım hataların olduğunu onlar da bu şekilde fark etmiştir. 4. grubun çözümünde de geometrik model oluşturdukları görülmektedir. Onlar 3. gruptan farklı olarak geliştirdikleri modelde 1. kişi sadece 2. kişi ile görüşme yapmaktadır. Diğerleriyle bağlantı kurmamışlardır. Sınıftaki diğer öğrenciler de bu durumu yakalamış ve benzer şekilde değerlendirmeler yapmışlardır.



Şekil 5.32: 4.grubun Sunumu

5. grup sözcüsü: *1 kişi arasında 0 bağlantı, 2 kişi arasında 1 bağlantı, 3 kişi arasında 3 bağlantı, 4 kişiyle 4 bağlantı, 5 kişiyle de 5 bağlantı diye düşündük. Bunların artışına baktık. Kişiler 1 artıyor ama bağlantılarda farklı oluyor. Bunun için de (n – 1) + 2 dedik.*

Burada 5. grubun elde ettiği değerler, 3.grup ile aynıdır. Aynı bakış açısıyla elde edilmiştir. 5. grup bu değerlerin artışına uygun olacak şekilde bir örüntü yakalamaya çalışmıştır. Bu noktada bir cebirsel model belirtmişlerdir ama bu model ne problem durumuna ne de elde ettikleri değerlere uygun değildir. ÖA11 5. grubun çözümü için sınıftan yorum yapmak isteyen olup olmadığını sormuştur. Bu noktada 3. ve 4. grup için gelen değerlendirmelerin tekrarlandığı görülmüştür.



Şekil 5.33: 5. ve 6. grupların Sunumları

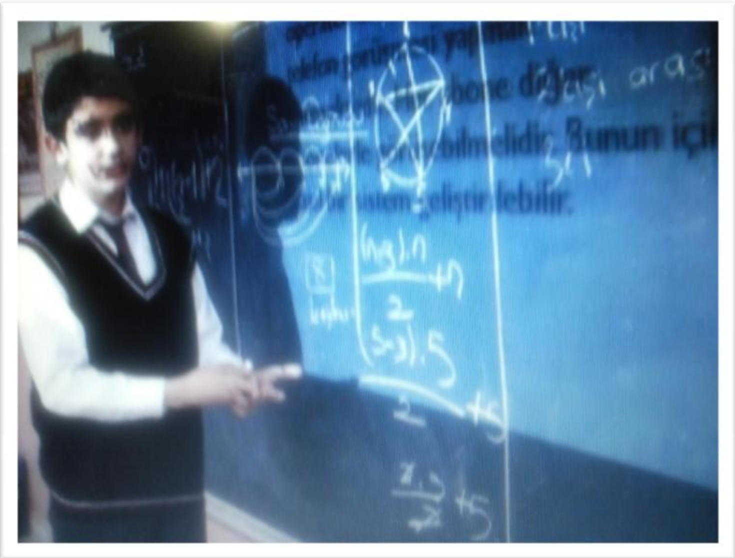
6.grup sözcüsü: *sayı doğrusu olarak düşündük. Buna göre 5 kişi arasında 8 bağlantı olur. Yani 1-2, 1-3, 1-4, 1-5, 2-3, 3-4, 4-5, 2-1 olmak üzere toplam 8 bağlantı olur.*

6. grubun çözümüne göre 1 ile 2 arasında 2 bağlantı, 2-4, 2-5 ve 3-5 arasında bağlantı kurulmadığı dikkat çekmektedir. Nitekim sınıftaki diğer öğrencilerden bu yönde yorumlar gelmiştir.

Öğrenci1: *1 ile 2 arasında 2 kez bağlantı vardır. (Bunun üzerine grup çözümünü tekrar açıklamıştır.)*
Öğrenci2: *Birinci kişiyi sadece diğerlerine dağıtmış. Diğerlerini dağıtmamış.*

Burada öğrencilerin çözüme ilişkin getirdikleri yorumlar yerindedir.

7. grup sözcüsü: *Önce 5 kişiyi birbiri ile birleştirerek 10 bulduk. Sonra aklımıza çokgenlerin köşegen bulma sayısı geldi. Bir de bunların bütün kenarlarını bulabilmek için kenarlarını toplamamız gerekiyordu. Onun için köşegen kenarı* $\frac{n-3}{2}.n+n$ *formülünde bütün sonuçların çıktığını da çalışma kâğıdımızda hesapladık. n yerine 5 yazarsak sonuç 10. 1 için 0 bağlantı, 2 için 1 bağlantı, 3 için 3 bağlantı, 4 için ise 6 bağlantı çıkıyor.*



Şekil 5.34: 7. grubun Sunumu

7. grup modeli oluşturmakla kalmamış yorumlama ve doğrulama aşamalarını da gerçekleştirmiştir. Bu noktada çözümlerini aktarma şekilleri de ikna edici olduğu için 7. grubun çözümüne itiraz eden olmamıştır. Sınıfta bu çözümün doğru olduğu konusunda herkes hem fikirdir.

8. grup sözcüsü: *biz bağlantıları düşündük baştan. 5 kişiyi birleştirdik. Sonra tablo oluşturduk. Bunlardan bütün bağlantıları düşündük. 1. kişi ikinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci kişilerle görüşme yapabilir. 2. kişi üçüncü, dördüncü ve beşinci kişilerle, 3. kişi dördüncü ve beşinci kişilerle, 4. kişi beşinci kişi ile görüşme yapabilir. 5. kişi ise kimse ile görüşme yapamaz. Topladık sonra 10 oluyor.*

Bu açıklamaya göre 8. grup da modelini tablo yardımıyla oluşturduğunu belirtmektedir. Bu tür modeller Sekerak (2010) tarafından aritmetik model olarak ifade edilmektedir. ÖA11 grubun sözcüsüne neden 5. kişinin kimse ile görüşme yapamadığını sorduğunda öğrenci 5. kişinin zaten diğerleri ile görüştüğünü ve tekrarlanmasına gerek olmadığını belirtmiştir. Bu noktada 8. grubun oluşturduğu modelin başka durumlar için genellenebilir olma konusunda yetersiz olduğu görülmüştür.

> 9. grup sözcüsü: *Biz noktaları kişi olarak düşündük. Bağlantıları da hem kenarlara hem de köşegenlere çizdik. Önce köşegen sayısını bulacaktık. Köşegen sayısı* $\frac{n-3}{2}$ *oldu. Biz buna göre* $\frac{n-3}{2}+n$ *olarak bulduk. Sonra sayı değerleri verdik. 5 yazınca n yerine 6 çıkıyor yani yapılabilecek 6 görüşme var.*

Bu grubun çözümünde hem geometrik model hem de cebirsel model bulunmaktadır. Ancak cebirsel modelin inşasında hatalar vardır. n=2 ve n=4 değerlerinin cebirsel modeli sağlamadığı ve dolayısıyla model oluşturulurken tüm değişkenlerin dikkate alınmadığı görülmektedir. Sınıftaki öğrenciler hemen çözüme itiraz etmiştir. Öğrencilerin verdiği tepki doğrudur. Bu noktada onlar da arkadaşlarının uyarıları doğrultusunda çözümlerinde yapmış oldukları hatayı fark etmişlerdir.

> Öğrenci1: *Köşegen sayısı —— olursa beşgenin 1 köşegeni varmış gibi oluyor.*
> Öğrenci2: *bir köşeden çizilebilecek köşegen sayısı n-3 formülü ile bulunur. Köşegen bulma formülünü doğru yazamamışsınız.*

ÖA11 tüm çözümler sunulduktan sonra en uygun çözümün hangisi olduğunu öğrencilere sormuştur. 7. grubun çözümünün doğruluğu konusunda tüm grupların ortak karara vardığı görülmüştür. ÖA11, 7. grubun ulaştığı sonuca (10 yanıtı) bazı grupların da ulaştığını ancak bu çözümlerde bir modelin bir başka ifadeyle genel bir ifadenin bulunmadığını ve dolayısıyla tam çözüme ulaşamadıklarını belirtmiştir.

Tablo 5.15: ÖA11’ in Uygulamasına Katılan Grupların Modelleme Yeterliklerine İlişkin Bulgular

Ölçütler	**1.grup**	**2.grup**	**3.grup**	**4.grup**	**5.grup**	**6.grup**	**7.grup**	**8.grup**	**9.grup**
Problem anlama	2	3	2	2	2	2	3	2	3
Basitleştirme/ Yapılandırma	2	3	2	2	2	2	3	3	3
Matematikleştirme	1	3	1	1	1	2	3	3	2
Matematiksel çalışma	1	3	2	2	1	2	3	3	2
Yorumlama	1	3	2	2	1	2	3	3	2
Doğrulama	1	2	2	2	1	2	3	2	1
Raporlaştırma	2	3	3	3	3	3	3	3	3
Toplam puan	10	20	14	14	11	15	21	19	16
Yeterlik Düzeyi	**Düşük**	**Yüksek**	**Orta**	**Orta**	**Orta**	**Orta**	**Yüksek**	**Yüksek**	**Orta**

Tablo 5.15 incelendiğinde ÖA11’ in değerlendirmesine göre 3 grubun yüksek, 5 grubun orta ve 1 grubun da düşük düzeyde modelleme yeterliğini sergilediği tespit edilmiştir. 1., 3., 4. ve 5. grupta zorlanılan aşamaların olduğu görülmektedir. Bu uygulamada en çok zorlanılan aşamanın matematikleştirme olduğu, bunu matematiksel çalışma, yorumlama ve doğrulama aşamalarının takip ettiği ortaya çıkmıştır.

5.3.12 ÖA12’ nin Uygulamasına Katılan Grupların Modelleme Yeterliklerine İlişkin Bulgular

ÖA12, 8. sınıf matematik programından geometri öğrenme alanının, geometrik cisimler alt öğrenme alanından belirlemiş olduğu “Çizimleri verilen yapıları çok küplülerle oluşturur, çok küplülerle oluşturulan yapıların görünümlerini çizer.” kazanımına göre hazırladığı ders planına uygun olarak öğretim gerçekleştirmiştir. Modelleme etkinliğinde öğrencilerden 3 boyutlu çizim yapmaları, 3 boyutlu yapıları çözümlemeleri ve 3 boyutlu yapıları inşa etmeleri istenmektedir.

ÖA12 günlük hayattan sorular yönelterek derse giriş yapmış ve maket evin olduğu resimden yola çıkarak öğrencilerin geometri bilgilerini ölçmek istemiştir.

ÖA12: *Mimarlık mesleği hakkında neler biliyorsunuz?*
Öğrenci1: *Mimarlar çizim yaparlar.*
ÖA12: *peki bu çizimler ne işe yarıyor?*
Öğrenci1: *binaların dekore edilmesinde yararlı olurlar.*
ÖA12: *peki şimdi hepinizin birer mimar olduğunu hayal etmenizi istiyorum. Sizin bu güne kadar var olan matematiksel bilgilerinizle, resimdeki maket binanın inşa edilmesi için hangi geometrik şekillerden faydalanıldığını söylersiniz?*
Öğrenciler: *üçgen, dikdörtgen, prizmalar…*

ÖA12: *hangi prizmalar var?*
Öğrenci3: *üçgen, kare ve dikdörtgen prizma var.*
ÖA12: *başka hangi şekiller var?*
Öğrenci4: *çatı üçgen piramit şeklinde*
ÖA12: *peki arkadaşlar ev yapacaksınız. Size sadece bu resmi verseler, bu evi belirli bir arsaya yapabilir misiniz?*
Öğrenciler: *hayır!!!*
ÖA12: *ne tür bilgilere ihtiyacınız var?*
Öğrenciler: *alanlar, belirli değerler, ölçek kullanımı…*

Resimdeki farklı geometrik cisimlerin her biri üzerinde konuşulduktan sonra ÖA12 modelleme etkinliklerinin yer aldığı çalışma kâğıtlarını gruplara sunmuştur. Gruplar hiç beklemeden çalışmaya başlamışlardır. 1. etkinlik dikkatlerini çekmiş ve 2 boyutlu verilen şekillerin 3 boyutlu çizimlerini yapmakta zorlanmamışlardır. Grupların tüm üyeleri aktif katılım göstermiştir. Çizimleri yaparken çok eğlendikleri görülmüştür. Bazı çizimlerde zorlansalar da genellikle çizimleri kolayca yapabildiklerini söylemişlerdir. Kısa sürede çizimler elde edilmiş ve bu nokta ÖA12 sadece grupların çalışmalarını izlemiştir. Çizimler bitince çalışma kâğıtları tahtaya yapıştırılarak grupların çizimleri incelemesi sağlanmıştır. Böylece gruplar çizimlerdeki farklılıkları görmüşlerdir. Ancak her ne kadar çizimin kolay olduğunu belirtseler de 3 boyutlu cisimleri eş küplerle oluşturamayan gruplar olduğu görülmüştür.

Bu noktada 1. grubun çizimlerinin şekil olarak doğru olduğu fakat küpler eş olacak şekilde çizilmediğinden çizimleri diğer gruplarca doğru kabul edilmemiştir. İkinci ve üçüncü grubun çizimlerinde hata yoktur. Diğer üç grubun çizimlerinde de küçük hatalar vardır. Gruplar hatalarını kendileri fark etmiş ve dile getirmişlerdir. Bu anlamda etkinliği başarılı bir şekilde tamamlayan 2. ve 3. gruplar olmuştur.

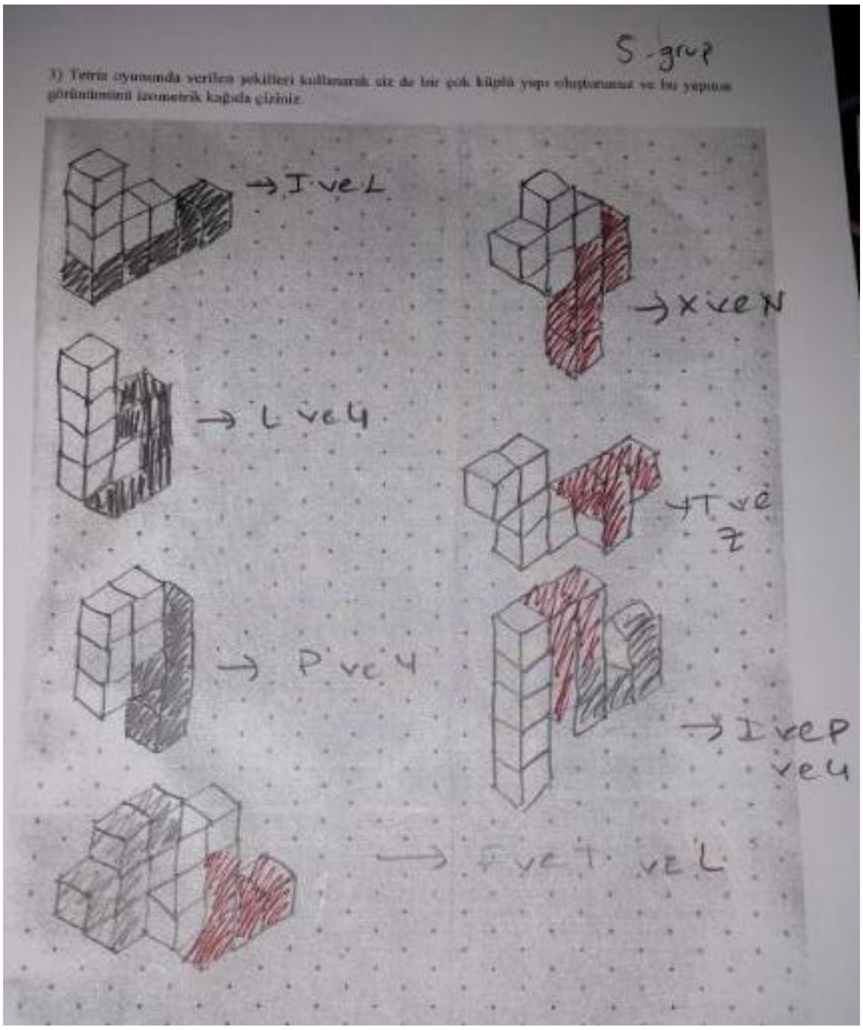
Gruplara daha sonra 2. etkinlik dağıtılmıştır. Bu etkinlikte 3 tane şekil yer almaktadır. Giriş etkinliğinde sunulan ev modelinden sonra bu etkinlik grupların somut örneklerle çalışmalarını sağlamıştır. Öğrencilerin seviyesine uygun bir etkinlik olduğu gözlenmiştir. Burada gruplardan her bir şekil için ilk etkinlikte 3 boyutlu çizimini yaptıkları cisimlerden hangilerinin bulunduğunu ortaya çıkarmaları istenmektedir.

Gruplar çalışmalarını verilen süre içerisinde tamamlayabilmiş ve çözümlerini sözlü olarak sunmuşlardır. Burada ÖA12 vakit kaybını önlemek istemiştir. Etkinliklerin sayıca fazla olması nedeniyle bu yöntemi tercih etmesi veri kaybına neden olmamıştır. Zira öğrencilerin çalışma kâğıtları da toplanmıştır. Gruplar 2.

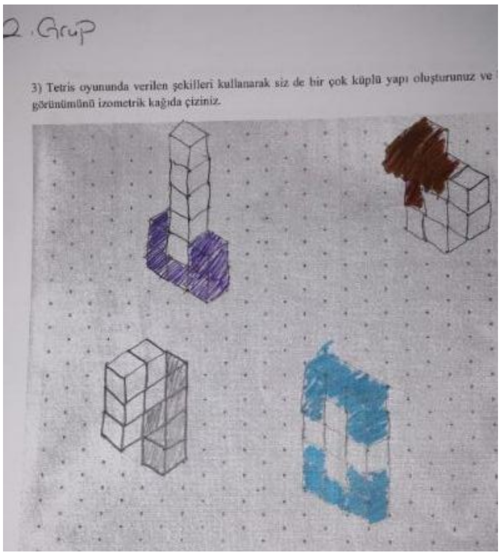
etkinliği yaparken 1. etkinlikteki şekillerden yararlanmışlardır. Bu etkinliğin öğrencilerin daha çok ilgisini çektiği gözlenmiştir.

ÖA12, “birim küp arttırıp azaltınız mı? Hangilerinde mesela?” şeklinde sorular yönelterek grupların çözümlerini açıklamalarını istemiştir. ÖA12, “evet çok güzel, farklı bir seçim olmuş. Başka?” gibi ifadeler kullanarak öğrencilerin görüşlerini bildirmeleri için onları teşvik etmiştir. Tüm gruplar birbirlerinin çözümünü dinlemiştir. Öğrenciler şekilleri balığa, tavuğa ve dinozora benzetmişlerdir. Hangi şekilde hangi 2 boyutlunun görünümüne ekleme ve çıkarma yaptıklarını söylemişlerdir. Belirtilen parçaların şekillerde olup olmadığı gruplarca incelenmiştir. Gruplar çözümlerini savunmuşlardır. C şeklinde pek çok parçanın olabileceği üzerinde ortak fikir oluşmuştur. Verilen çözümlerde hata yoktur. Tüm parçaların olabilme ihtimali ortaya çıkmıştır.

Bu etkinlikten sonra 3. etkinliğe geçilmiştir. Bu etkinlik öğrenciler tarafından daha çok beğenilmiş ve etkinlik üzerinde zevkle çalışmışlardır. 2. ve 5. gruplar ikişer ikişer parçaları birleştirerek çeşitli sayıda geometrik modeller oluşturmuşlardır.

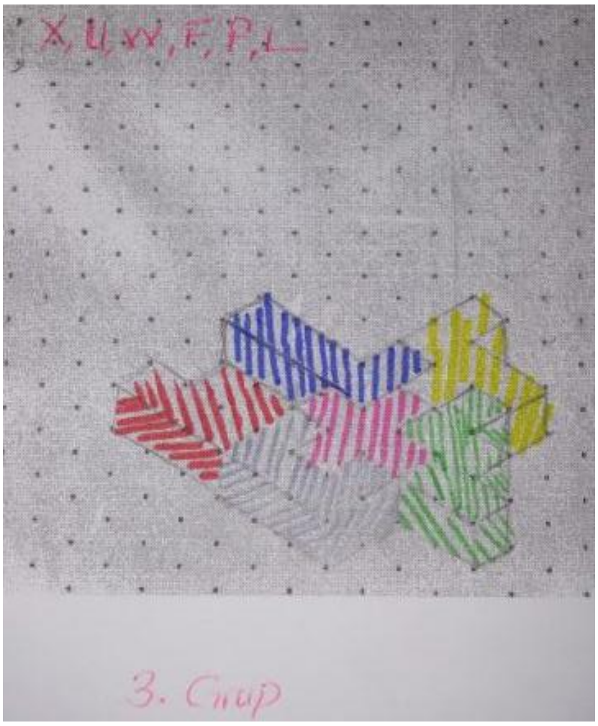


Şekil 5.35: Grupların Çalışmalarından Örnekler-1



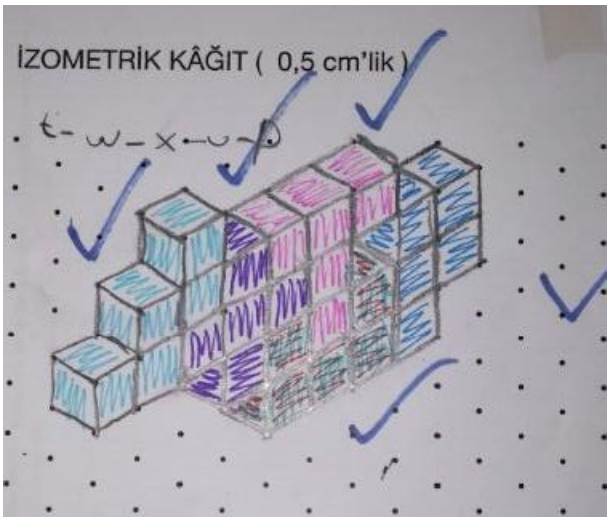
Şekil 5.36: Grupların Çalışmalarından Örnekler-2

3. grup yapboz oluşturmayı denediklerini söylemişlerdir.



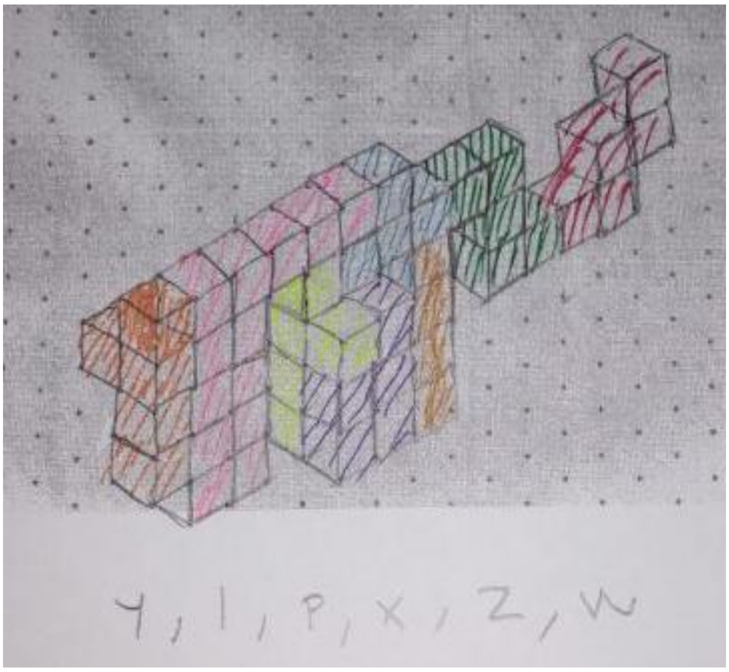
Şekil 5.37: Grupların Çalışmalarından Örnekler-3

1. grup 4 parçayı, 4. grup ise 5 parçayı birleştirerek bir bütün oluşturmuştur. Burada 5. grubun çalışmasına yer verilmiştir.



Şekil 5.38: Grupların Çalışmalarından Örnekler-4

6. grup ise çok sayıda parçayı birleştirerek tek bir geometrik model oluşturmayı tercih etmiştir. Bu gruba ait çalışma Şekil 5.39' da sunulmuştur.



Şekil 5.39: Grupların Çalışmalarından Örnekler-5

Verilen süre tamamlandığında çözümler tahtaya yapıştırılmıştır. 1. grubun U, Z, T, N şekillerini doğru bir şekilde yerleştirerek geometrik modeli oluşturduğu tespit edilmiştir. 2. grubun ayrı ayrı çalıştığı, her parçayı birlikte kullanmadığı ve toplamda 9 tane parçayı kullanarak 4 ayrı geometrik model oluşturduğu gözlenmiştir. 3. grup 6 tane parçayı birleştirerek yapboz şeklinde bir geometrik model oluşturmuşlardır. 5. grup önce iki parçayı birleştirme yoluyla 4, 3 parça birleştirme yoluyla 2 geometrik model oluşturduklarını belirtmişlerdir. 6. grup ise 10 parçayı birleştirerek bir geometrik model inşa etmiştir.

Gruplar modeli oluşturmada oldukça başarılı olmuşlardır ve hiçbir grubun çiziminde hataya rastlanmamıştır. Ancak kullanılan parça sayısına ve oluşturulan modellere bakıldığında en başarılı çalışmayı 6. grubun yaptığına karar verilmiştir. Bunun yanı sıra her grubun çalışması da doğru kabul edilmiştir. ÖA12' nin öğrenci çalışmalarını değerlendirmesine ilişkin puanlamaya Tablo 5.16' da yer verilmiştir.

Tablo 5.16: ÖA12' nin Uygulamasına Katılan Grupların Modelleme Yeterliklerine İlişkin Bulgular

Ölçütler	**1.grup**	**2.grup**	**3.grup**	**4.grup**	**5.grup**	**6.grup**
Problem anlama	2	3	3	2	3	3
Basitleştirme/yapılandırma	2	3	3	2	3	3
Matematikleştirme	3	3	3	3	3	3
Matematiksel çalışma	2	3	3	2	3	3
Yorumlama	3	3	3	3	3	3
Doğrulama	3	3	3	3	3	3
Raporlaştırma	3	3	3	3	3	3
Toplam puan	18	21	21	18	21	21
Yeterlik düzeyi	**Yüksek**	**Yüksek**	**Yüksek**	**Yüksek**	**Yüksek**	**Yüksek**

Uygulamaya katılan tüm grupların yüksek düzeyde modelleme yeterliğine sahip olduğu görülmektedir. Bu uygulama öncekilerden farklı olmakla birlikte grupların modelleme yeterlikleri 3 etkinlik ile yordanmıştır. İlk etkinlikte 3 boyutlu geometrik modeller inşa etmişlerdir, daha sonra kendilerine sunulan geometrik modeller içerisinde hangilerinin olabileceğini araştırırken matematiksel çalışma ve yorumlama becerilerini geliştirmişlerdir. Son etkinlik modellerini doğrulama becerilerini ortaya çıkarmıştır. Bu yönüyle etkinliklerin bir bütün olarak modelleme yeterliklerini ortaya koymada başarılı olduğu söylenebilir.

5.3.13 ÖA13' ün Uygulamasına Katılan Grupların Modelleme Yeterliklerine İlişkin Bulgular

ÖA13, 7. sınıf matematik programından geometri öğrenme alanının, geometrik cisimler alt öğrenme alanından belirlemiş olduğu "Dik dairesel silindirin yüzey hacmi ile ilgili problemleri çözer ve kurar." kazanımına göre hazırladığı ders planına uygun olarak öğretim gerçekleştirmiştir. Modelleme etkinliğinde öğrencilerden belli bir uzaklığı ve elektrik direklerinin çapını tahmin etmeleri, bu tahminlerini kullanarak firmanın hangi boy direği kullanmayı tercih etmiş olabileceğini bulmaları ve bu direkler için ne kadar beton harcanmış olabileceğini hesaplamaları istenmektedir.

ÖA13 öğrencilere "çevrenizden silindir örnekleri verebilir misiniz?" şeklinde günlük hayatta matematiğin fark edilip edilmediğine ilişkin bir soru yönelterek derse başlamıştır. Öğrenciler evlerindeki eşyalardan tipik örnekler vermişlerdir. Bunun üzerine ÖA13' ün okullarının bahçesinde bulunan çöp kutularının da silindir şeklinde tasarlandığına dikkat çekmesi öğrencileri bir hayli şaşırtmış ve pencerelere yönelmelerine neden olmuştur. ÖA13 derse ilgiyi sürdürmek amacıyla modelleme etkinliğine geçmeyi tercih etmiştir. Gruplara modelleme etkinliğinin yer aldığı çalışma kâğıtlarını dağıtmıştır. Bu uygulamada modelleme süreci yoğun olduğu için ÖA13' ün hazırlık etkinliğini kısa tutmayı tercih ettiği görülmüştür ki bu yerinde bir karar olmuştur. Gruplar çalışma kâğıdını alır almaz çözüm sürecine başlamışlardır. Modeli oluşturabilmeleri için belirtilen mesafeyi tahmin etmeleri, beton elektrik direkleri için genişliği yani çapı belirleyebilmeleri gerekmektedir. Bu noktada değişkenlerin gerçekçi olarak belirlenmesi modelin oluşturulması konusunda önem taşımaktadır.

Yetişkin bir insanın bir saatte 4-5 km yürüyebileceği bilinmektedir. Bunun yanı sıra internette belirlenen mesafe 3.7 km dir. Bu noktada ÖA13 öğrenciler için 3-4 km değerlerini kabul edilebilir değerler olarak belirlemiştir. Beton direklerin silindir şeklinde oldukları varsayılarak (öğrencilere de bu şekilde iletilmiştir) taban çevrelerinin 90-165 cm arası değiştiği ve en geniş haliyle ana caddede kullanıldıkları için yarıçapın en çok 27.5 cm olarak alınması ÖA13 tarafından gerçekçi değer kabul edilmiştir. Bunun yanı sıra ÖA13 hata payını da dikkate alarak yarıçap için 20-28 cm arası hesaplanan değerleri kabul edilebilir değerler olarak belirlemiştir. Ayrıca elektirik direkleri 50 m arayla dikilmektedir. ÖA13 öğrencilerin çözümlerini değerlendirirken bu değerleri ve yanılma paylarını da dikkate almıştır. Bu yönüyle etkinliğin öğrencilerin tahmin becerilerini geliştireceği düşünülmüştür. ÖA13 süreç boyunca sık sık grupların yanına giderek çalışmalarını yakından takip etmiştir.

2. grup:

ÖA13: *mesela elektrik direği şöyle olsa çapı kaç cm olur? (ellerini açarak gösteriyor)*
Öğrenci1: *bir cetvel boyunda olabilir, 30 cm. (bu arada öğrenciler yarıçapın 20 cm olacağına zaten karar vermişler.)*
ÖA13: *yonca- ekilmiş arası mesafe kaç km olabilir?*
Öğrenci2: *yürüyerek kaç dakika sürer acaba?*
Öğrenci3: *ben hızlı gidince 15 dakikada gidiyorum.*
Öğrenci4: *1 dakikada kaç m yürüyorsun?*
Öğrenci5: *200 m*
ÖA13: *o zaman?*
Öğrenci5: *15 dakikada 3 km olur*

ÖA13, yanıtın doğru olup olmadığı konusunda dönüt vermemiş, çalışmalarına devam etmelerini söyleyerek bu grubun yanından ayrılmıştır. 1. grup bu esnada direğin yarıçapına karar verme sürecindedir.

1. grup:

Öğrenci1: *biz bilgisayarı kavradık ona göre ölçme yaptık. Yarıçapı 21 cm bulduk.*

Şekil 5.40: 1. grubun Çalışmalarından Örnekler

ÖA13: *başka neler yaptınız?*
Öğrenci2: *ikinci direği seçtik. 10 ve 10' un katları ile daha rahat işlem yaparız.*
ÖA13: *yoncadan ekilmişe kaç tane direk dikebilirsiniz diye soruyor. Onu ne yaptınız?*
Öğrenci3: *kaç m dir ki?*
Öğrenc4: *yoncadan bizim eve 1 km var, oradan buraya da 1 km olsa 2 km olabilir.*

3. grup:

ÖA13: *sizce direğin çapı ne kadardır?*

Öğrencilerden yanıt gelmeyince ÖA13 öğrencilerin dikkatini sınıflarında bulunan çöp kutusuna çekmiştir.

ÖA13: *çöp kutusu kadar var mıdır?*
Öğrenciler: *çöp kutusu büyük olur.*
ÖA13: *o zaman çapı ne kadar olabilir?*
...

ÖA13 grubun yanına tekrar gittiğinde çapı 54 cm bulduklarını söylemişlerdir.

ÖA13: *nasıl buldunuz?*
Öğrenci1: *kollarımızı birleştirdik*
Öğrenci2: *benim kolumun uzunluğuna göre bulduk. Cetvelle ölçtük.*
ÖA13: *yoncadan ekilmişe direk dikilecekmiş. Ne kadar uzaklıktadır sizce?*
Öğrenci2: *1 km mi?*
ÖA13: *arabayla kaç dakika sürüyor? Bu şekilde düşünebilirsiniz. (ipucu vermiştir)*
…

ÖA13: *3 km mi çıktı?*
Öğrenciler: *evet*
ÖA13: 2. *soru için neler yapacaksınız?*
Öğrenci3: *bu bizim seçtiğimiz direk olacak, değil mi?*
ÖA13*: evet. Neden 2. tip direği seçtiniz?*
Öğrenciler: *hem beton tasarrufu hem de güvenlik açısından daha mantıklı olacağını düşündük.*

4. grup:

ÖA13: *direğin çapı ne kadardır?*
Öğrenciler: *bulamadık.*
ÖA13: *peki şöyle yapalım. Kollarınızı birleştirdiğinizi düşünürsek direk ne kadar büyüklükte olur?*

Diğer grupların kullandığı yöntemi ipucu olarak gruba sunmuştur. Grup çalışmalarını buna göre sürdürmüştür.

ÖA13: *yarıçapı ne kadar buldunuz?*
Öğrenciler: *çapı 45 ama 2' ye böleceğimiz için çapı 44 olsun. Yarıçapı 22 cm.*
ÖA13: *soruda ne isteniyor sizden?*
Öğrenciler: *yoncadan buraya direk dikilecek*
ÖA13: *demek ki neyi hesaplamanız gerekiyor?*
Öğrenciler: *aradaki mesafeyi*
ÖA13: *ne kadardır?*
Öğrenci1: *1 km*
Öğrenci2: *500 m*
Öğrenci3: *o kadar az değildir. (yanıtlar gerçekçi olmayınca ÖA13 gruba yakın çevreden bir durumu hatırlatmıştır.)*
ÖA13: *peki bu sınıfın ölçülerini biliyor musunuz?*
Öğrenciler: *evet daha önce bulmuştuk 6.5 m*
ÖA13: *7 olsun, buradan yoncaya kadar kaç tane 7m olabilir sizce?*
…

Öğrencilerden yanıt gelmeyince ÖA13 gruba başka yollar deneyebileceklerini ama bunun sadece bir tanesi olduğunu belirtmişir.

ÖA13: *Mesela yürüseniz ne kadar zamanda yürürsünüz?*
Öğrenci: *hiç yürümedim ama yarım saatte giderim herhalde. Orası o kadar uzak değil ki ya?*

ÖA13 bir süre sonra tekrar yanlarına gitmiştir.

ÖA13: *neden 1. tip direği seçtiniz?*
Öğrenciler: *tehlike oluşturmasın diye. Yazın genleşme olduğu için sarkıyor. Ondan dolayı büyük araçlar geçerken onlara çarpar, insan hayatını tehlikeye atar. Hem de beton artıyor ya 10 m olunca betonda artacak, bizden çıkacak para da artacak.*
ÖA13: *diğeri için hesaplama yaptınız mı?*
Öğrenciler: *yapmadık ama artmaz mı?*
ÖA13: *bilmiyorum deneyin görün.*

ÖA13 öğrencileri düşünmeye sevk etmiştir. 5.grubun çalışmaları ise şöyledir:

ÖA13: *neyi ölçüyorsunuz?*
Öğrenci: *çapını*
ÖA13: *sizce direğin çapı ne kadardır?*
Öğrenci1: *biz kollarımızla saramadık direği*
ÖA13: *çöp kutusunun ağzından büyük müdür?*
Öğrenci3: *en az 2 katı vardır.*
Öğrenci4: *1-1.5 m vardır.*
ÖA13: *1.5 m olan ne?*
Öğrenci4: *çevresi*
ÖA13: *o zaman çapı nedir?*
Öğrenci4: *çevresini önce 2 ye sonra 3e böleriz. 1,5m yi 2 ye böl, 75 cm, 3e böl 25 cm*
Öğrenci3: *niye 3e bölüyoruz?*
Öğrenci4: *ya oğlum dairenin çevresi 2πr ya.*

Öğrencilerin grup içinde birbirlerinin öğrenmelerini destekledikleri görülmüştür. ÖA13 bir süre sonra tekrar yanlarına gittiğinde onlara çalışmaları hakkında sorular yöneltmiştir.

ÖA13: *neler yaptınız?*
Öğrenciler: *yarıçapı bulduk. Uzunluk verilmemiş ama bize?*
ÖA13: *siz tahmin edeceksiniz. Ne kadardır sizce?*
Öğrenci4: *4-5km*
Öğrenci3: *1,5 ile 3 km arası.*
Öğrenci2: *3 km bence*
ÖA13: *yürüseniz ne kadar zaman sürer sizce?*
Öğrenci3: *baya sürer, 1,5 saat*
Öğrenci4: *1-1,5 saat sürer*
ÖA13: *kaç km dir o halde tahminen?*
Öğrenciler: *3 km*

Problemin çözümü için gerekli olan değişkenlerin tüm gruplar tarafından belirlendiği görülmüştür. Bu noktada ÖA13 grupların çalışmalarını takip etmeye devam etmiştir. Pek çok kez grupların yanına gittiği gözlenmiştir. Bu anlamda ÖA13' ün süreci tam olarak gözlemleyebildiği söylenebilir.

2. grup

ÖA13: *neler yaptınız?*
Öğrenci1: *km leri m ye çevirdik. Öbür türlü virgüllü sayılar olacaktı.*
ÖA13: *tamam, şu an ne yapıyorsunuz?*
Öğrenci2: *direğin hacmini bulduk 1200000 cm^3. Bizce 10m lik direkler uygun çünkü daha güvenli hem de daha karlı. Buna göre 3 km ye 60 tane direk dikilir. 12000000 x 60 = 72000000 cm^3 beton gerekir.*
ÖA13: *neden 10 m lik direkleri seçtiniz?*
Öğrenci1: *yüksek olduğu için daha güvenli.*
ÖA13: *hesaplama yaptınız mı diğeri için de? Hangisi daha karlı acaba?*
Öğrenciler: *yapmadık.*

ÖA13 öğrencilerin buldukları çözümden emin olmaları grubun bakış açısını diğer yöne çekmiştir.

1. grup

ÖA13: *neler yaptınız?*
Öğrenci1: *iki tip direği de hesapladık. Birbirleriyle karşılaştırdık. Birinde 50 diğerinde 40 tane direk var dedik.*
ÖA13: *tamam. Sonra?*
Öğrenci2: *şimdi 2. soruyu yapıyoruz.*
…

ÖA13 öğrencilerin yanına bir süre sonra gittiğinde diğer gruplardan farklı işlemler yaptıklarını görmüş ve öğrencilerin neden bu işlemini yaptıklarını sormuştur. Düşünme yollarını açığa çıkarmak amacıyla yapılan bu sorgulama öğrencilerin yanlış kavramalarını ortaya çıkarmıştır. Bunun üzerine ÖA13 öğrencileri düşündürecek sorular yöneltmiştir.

ÖA13: *50 ile 10' u niye çarptınız ya da 40 ile 9' u niye çarptınız? (burada 50 ve 40 direk sayılarıdır)*
Öğrenci2: *10 m direk olacak ya*
ÖA13: *ama direğin boyu 10 m.*
Öğrenci2: *evet*
Öğrenci3: *betonu ona göre hesapladık.*
ÖA13: *sadece boy verildiğinde ne kadar yer kapladığını ya da ne kadar malzemeden oluştuğunu bulabilir misiniz? Soruda ne kadar beton kullanılmıştır diyor. Ne kadar direk kullanılmıştır demiyor.*
Öğrenci2: *hacmini hesaplayacağız.*
Öğrenci4: *formülü* $\pi r^2 h$
Öğrenci2: *ama ekonomik olması da lazım.*

Bu noktada 1. grup çalışmalarını hacim bulmaya yönlendirmiştir, ancak bir yandan da ekonomiklik kriterini düşünmektedirler. ÖA13 5. grubun yanına tekrar gitmiş ve çalışmalarını açıklamalarını istemiştir.

ÖA13: *şimdi ne yapıyorsunuz?*
Öğrenci4: *direklerin hacmini buluyoruz.*
ÖA13: *neden hacim buluyorsunuz?*
Öğrenci3: *kapladığı yer olduğu için. Sonra da kaç tane direk varsa onunla ikisini çarpacağız.*
…
Öğrenciler: *hocam biz bitirdik. Ama küsuratlı çıkıyor.*
ÖA13: *onları en yakın tam sayıya yuvarlayabilirsiniz.*
Öğrenciler: *126 çıkıyor*
ÖA13: *126 ne?*
Öğrenciler: *kullanılacak beton*

Burada birimlerin kullanılmadığı göze çarpmaktadır. Benzer şekilde diğer gruplar da çözümlerini tamamladıklarını bildirince her grup çözümünü sırasıyla sunmuştur.

1. grup:

Öğrenci: *Biz bilgisayardan ölçme yaptık. Yarıçapı 21 cm bulduk. 2. tip direği seçtik. O da 10' nun katları olduğu için. Daha rahat hesaplama yapabiliriz diye. Daha sonra ne kadar beton harcandığını soruyor. Biz yaklaşık 2 km olabileceğini düşündük.*
ÖA13: *nasıl buldunuz 2 km yi?*
Öğrenci: *tahmin ettik. Sonra 2000' i 50' ye bölerek 2. tipteki direğin kaç tane olabileceğini hesapladık. O da 40 çıkıyordu. 2. soruda da ne kadar beton harcanacağını bulmak için de hacimden yola çıktık. Hacmin formülü de dir. Birincisine 5.67* m^3 *bulduk. İkincisine de 6,3* m^3*bulduk. Ama fikrimiz değişmedi. 2. tip direği seçtik.*

Burada 2 km değeri gerçekçi görünmemektedir. Grubun işlem hatası yaptıkları ortadadır.

2. grup:

Öğrenci: *biz şöyle düşündük. İlk önce kendi gözümüzle canlandırdık bir direğin çevresinin ne kadar olabileceğini. Ona göre çapını 40cm bulduk. Daha sonra 2.tip direği seçtik. Çünkü 10m daha güvenli olacaktı. Mesela bir kamyon geçerken, yükü var diyelim, elektrik tellerine*

değmemesi için daha güvenli olarak düşündük. Daha sonra ikinci soruda hacmi hesapladık. Bir direğin hacmini 1200000cm^3 bulduk yolu da biz 3km olarak düşündük.
ÖA13: *yolu nasıl hesapladınız?*
Öğrenci: *arkadaşlar yürümüşler ekilmişten oraya kadar. Oradan dakika hesabıyla bulduk.*
ÖA13: *kaç dakikada yürümüşler?*
Öğrenci: *15-20*

Her ne kadar 3 km kabul edilebilir bir değer olsa da sınıftaki diğer öğrenciler 15-20 dakikada yürünmesi cevabına çok şaşırmışlardır. Sınıftan bir öğrenci, “emin misin? 1 saatte ancak yürünür. Arabayla olmasın.” şeklinde gruba soru yöneltmiştir. Bunun üzerine grubun sözcüsünün yanıtı şöyledir:

Öğrenci: *çok hızlı yürümüşler. Arkadaşlar süre de tutmuşlar. Bu şekilde yolun uzunluğunu 300000 cm olarak hesapladık. Daha sonra yolumuzu, 50 m aralıklarla direk dikileceği için, 60 ile çarptık ve harcanan beton miktarını 72 m^3 olarak bulduk. 1.tip direk için de işlemleri tekrarladığımızda daha çok beton harcanacağını hesapladık. Böylece 2. tip direk bize hem daha karlı hem de daha güvenli geldi.*

3. grup

Öğrenci: *arkadaşlar biz bir direğin çapını hesapladık. Ece arkadaşımız ellerini şöyle açarak, cetvelle 54 cm bulduk. Yarıçapı da doğal olarak 27cm bulduk. Biz uzaklığı 3 km olarak hesapladık.*
ÖA13: *nasıl hesapladınız?*
Öğrenci: *tahmin yürüttük. Bir hesaplama yapmadık. Biz 2.tip direği seçtik. Çünkü beton tasarrufu daha mantıklı geldi. 2. soruda biz hacim formülünden yola çıktık. 3000' i 50' ye böldük ve 60 olan direk sayısı ile çarpınca 131,22 cm^3 beton harcanacağını bulduk.*
ÖA13: *ilk durumda hangi direği tercih etmiştiniz?*
Öğrenci: *1. yi*
ÖA13: *diğeri için hesaplama yapmadınız mı?*
Öğrenci: *hayır. Ama 2. tip direk tercihimiz.*

4. grup

Öğrenci: *biz de 2. tip direği kullandık. Çünkü 10m olduğu için yerden yüksek, tellerin genleşmesi yoluyla yere değmesi ya da diğer araçlara değmesi mümkün olması zor diye onu seçtik. Yolu yaklaşık olarak 3 km bulduk. Yarıçapı da 22cm olarak bulduk. (daha önce verildiği için tekrarlanmadı)*
ÖA13: *siz nasıl buldunuz 3 km yi?*
Öğrenci: *hocam arkadaşımız görmüş opette çevre yoluna 3 km diyormuş. opette ekilmişe yakın olduğu için uzaklığa yaklaşık olarak 3 km dedik. Biz her ikisini de hesapladık. 1. tip direğe göre 980100 m^3, diğer direk için 871200 m^3 betonun gerekli olduğunu bulduk.*

5. grup

Öğrenci: *ekilmişten yoncaya kadar 3 km olduğunu tahmin ettik. Buna göre 1. tip direk için 75, 2. tip direk için 60 direk dikilebilir dedik. Güvenlik, kâr ve tellerin sarkması açısından 2.tip direği seçtik. Daha sonra hacim bulma yoluna gittik. Her 2 direk için hesaplama yaptık. 1. tip direk için 2250/16 m^3, 2. tip direk için 1620/16 m^3 beton gerektiğini hesapladık.*
ÖA13: *neden sonuçlar böyle çıktı?*
Öğrenci: *25 cm yi metreye çevirdik. Onu sadeleştirince ¼ çıktı. Onun da karesini alınca 1/16 geldi.*

Tüm çözümler sunulduktan sonra ÖA13 hangi çözümün doğru olduğunu sınıfa sormuştur. Doğal olarak her grup kendi çözümünün doğru olduğunu söylemiştir. Ancak farklı sonuçlar çıkınca ortak bir karara varamamışlardır. Bunun üzerine gerçek uzaklığın 3,7 km olduğunu sınıfa bildirmiştir. Buna göre 3 km yanıtı veren gruplar için bu değerin doğru kabul edildiğini bildirmiştir. Sadece 1. grubun uzaklığı belirlemede hata yaptığı ortaya çıkmıştır. Direk tercihlerine bakıldığında her grubun 2. direği tercih ettiği görülmüştür. 1., 4. ve 5. grubun doğrulama işlemini yaptıkları tespit edilmiştir ancak çözümlerde işlem hatası yaptıklarını kendileri de fark etmişlerdir. 3. grup işlemlerde hata yapmamıştır ama bu grupta da doğrulama yapılmadığı için çözümleri ikna edici olmamıştır. Bu çalışmada en başarılı grup 2. grup olarak belirlenmiştir. Direğin yarıçapları için bulunan tüm değerlerin kabul edilebilir olduğuna dikkat çekilmiş ancak en ideal yarıçapı 3. ve 5. grubun belirlediği ortaya çıkmıştır. Grupların genel olarak birimleri çevirmede zorlandıkları tespit edilmiştir.

Tablo 5.17: ÖA13' ün Uygulamasına Katılan Grupların Modelleme Yeterliklerine İlişkin Bulgular

Ölçütler	**1.grup**	**2.grup**	**3.grup**	**4.grup**	**5.grup**
Problem anlama	2	3	3	2	3
Basitleştirme/yapılandırma	3	3	3	3	3
Matematikleştirme	2	3	3	2	3
Matematiksel çalışma	2	3	3	2	2
Yorumlama	2	3	2	2	3
Doğrulama	3	3	2	3	3
Raporlaştırma	3	3	3	3	3
Toplam puan	17	21	17	17	20
Yeterlik düzeyi	**Orta**	**Yüksek**	**Orta**	**Orta**	**Yüksek**

ÖA13'ün grupların modelleme yeterliklerini değerlendirdiği puanlamalar Tablo 5.17' de sunulmuştur. Buna göre 2 grup yüksek, 3 grup orta düzeyde modelleme yeterliğine sahip olduğu ve aşamalarda zorlanılmadığı görülmektedir. Bu bağlamda cebirsel modellerin kullanıldığı uygulamanın grupların modelleme yeterliklerini ortaya çıkarmada etkili olduğu söylenebilir.

5.3.14 ÖA14' ün Uygulamasına Katılan Grupların Modelleme Yeterliklerine İlişkin Bulgular

ÖA14, 7. sınıf matematik programından ölçme öğrenme alanının, dörtgensel bölgelerin alanı alt öğrenme alanından belirlemiş olduğu "Dörtgensel bölgelerin alanlarını strateji kullanarak tahmin eder." kazanımına göre hazırladığı ders planına uygun olarak öğretim gerçekleştirmiştir. Modelleme etkinliğinde öğrencilerden sınıflarında yapacakları partiye en fazla kaç kişinin katılabileceğini hesaplamaları istenmektedir. ÖA14 öğrencilerin tahmin etme becerilerini ölçmek istemiş ve bu yönde onlara sorular yönelterek derse başlamıştır.

ÖA14: *Sizce sıranın uzunluğu ne kadar olabilir?*
Öğrenci1: *65 cm*
ÖA14: *ölçmüş müydün mü daha önce?*
Öğrenci1: *hayır*
ÖA14: *nasıl karar verdin 65 cm olduğuna?*
Öğrenci1: *çok kısa da değil, çok uzun da değil.*
ÖA14: *neden 70 cm değil de 65 cm?*
Öğrenci1: *...*
Öğrenci2: *bence 80 cm*
ÖA14: *sen neye göre söyledin?*
Öğrenci2: *sıranın uzunluğuna baktım ben de.*
ÖA14: *var mı başka fikri olan?*
Öğrenci3: *140 cm*
ÖA14: *sen neye göre söyledin?*
Öğrenci3: *30 cm lik cetvele göre gözümde canlandırdım.*
ÖA14: *güzel, aferin. Başka fikri olan var mı?*
Öğrenci4: *karışıma göre*
ÖA14: *karışını ne kadar aldın?*
Öğrenci4: *14 cm.*
ÖA14: *farklı şekillerde ölçebiliyoruz. Peki sen söyle.*
Öğrenci5: *1 m*
ÖA14: *sen nasıl düşündün?*
Öğrenci5: *kulaçla*
ÖA14: *karışa göre, kulaca göre, mesela arkadaşınız cetvelin boyunu düşündü ve ona göre gözünde canlandırarak uzunluğunu hesaplamaya çalıştı, tahmin etmeye çalıştı. O zaman size bir soru daha. Sizce yazı tahtanızın uzun kenarı ne kadardır?*
Öğrenci6: *1 m 40 cm*
ÖA14: *sen nasıl tahmin ettin?*
Öğrenci6: *göz kararı*
Öğrenci7: *2 m*
ÖA14: *sen nasıl düşündün?*
Öğrenci7: *1 metrelik cetvele göre düşündüm. Gözümde canlandırdım.*
ÖA14: *benzer şeylerle karşılaştırarak tahminlerde bulunuyoruz. Şimdi etkinliğimize geçelim. Bakalım neler yapacaksınız?*

ÖA14 hazırlık etkinliğinde sorduğu sorularla öğrencilerin tahmin etme becerilerini ölçmüştür. Farklı öğrencileri konuşturarak öğrencilerin farklı düşünceleri duymalarını ve birbirlerinden öğrenmelerini sağlamıştır. Benzer yanıtlar gelmeye başlayınca hazırlık etkinliğini sonlandırmıştır. Modelleme etkinliğinden haberdar ederek de öğrencilerde merak uyandırmıştır. Öğrencilerin ilgiyle çalışma kâğıtlarının dağıtılmasını bekledikleri gözlenmiştir.

Modelleme etkinliği gruplara sunulduktan sonra problem hep birlikte okunmuştur. ÖA14 sınıftaki her bir eşyanın dışarı çıkarıldığını ve sınıfın bomboş kaldığını özellikle vurgulamıştır. ÖA14 gruplardan sınıfa kaç kişinin sığabileceğini tahmin yürüterek bulmalarını istemiştir. Ayağa kalkmanın serbest olduğu ve sınıf içinde dolaşabilecekleri söylendiğinde öğrencilerin çok şaşırdığı fark edilmiştir. Gruplar hemen çalışmalarına başlamıştır. Bazı grup üyeleri sınıfı adımlamaya başlarken bazı grupların ise tahmin yürütmeyi tercih ettiği gözlenmiştir.

3. grup

ÖA14: *siz ne düşündünüz?*
Öğrenci1: *otobüslere göre düşündük.*
Öğrenci2: *kaç kişi olduğunu biliyorduk.*
ÖA14: *ne buldunuz bakalım?*
Öğrenci3: *bir halk otobüsüne 30 kişi ayakta, 35 kişi de oturduğunu biliyorduk zaten biz. Oturan 2 kişinin yerini kaplarsa 35x2=70, 30 da ayakta, toplamda 100 etti. Bir de biz sınıfa 4 tane otobüs sığdırdık. 4 ile çarptık 100' ü 400 olur. 50 kişi de otobüsün kapladığı yerler olarak düşündük. 450. 500 de olabilir ama.*
Öğrenci4: *daha fazla olur bence.*
ÖA14: *peki otobüsün büyüklüğü ne kadar olabilir?*

Öğrenciler sınıfın boyunu göstermiştir.

ÖA14: *sınıfın boyu kadar mıdır yoksa daha mı büyüktür?*
Öğrenciler: *o kadardır.*
ÖA14: *bulduğunuz sonucu farklı çözümlerle de doğrulayın bakalım.*

Bunun üzerine 3. grup üyeleri sınıfı adımlamaya başlamıştır.

Şekil 5.41: Grupların Çalışmalarından Örnek-1

Öğrenci4: *alanını bulmak için 26 ile 26 yı çarptık.*
ÖA14: *26 ne?*
Öğrenciler: *eni ile boyu*
ÖA14: *ikisi de 26 adım mı çıktı?*
Öğrenciler: *evet*

ÖA14 diğer grupların çalışmalarını incelemek üzere 3. grubun yanından ayrılmıştır.

1. grup

ÖA14: *siz ne düşündünüz?*
Öğrenci1: *484*
ÖA14: *nasıl buldunuz hemen?*
Öğrenci2: *kareleri sayarak. 22 en 22 boy.*
Öğrenc3: *her kareye bir kişi sığar.*
ÖA14: *başka çözüm yolu yok mu?*
Öğrenciler: *yok.*

ÖA14: *bir yöntem daha geliştirseniz aynı sonuç çıkar mı?*
Öğrenciler: *bir yöntem daha…*
Öğrenci4: *belimi ölçerim, sınıfın alanını bulurum, bölerim ve çıkar.*

Burada 1. grup üyeleri ilginç bir yöntem geliştirmiştir. ÖA14 duruma müdahale etmemiş ve ne demek istediklerini anlamaya çalışmıştır.

ÖA14: *nasıl yani?*
Öğrenci4: *baş ve işaret parmaklarım arasındaki uzaklığı 14 cm olarak ölçmüştüm. Buna göre yaparsak bir karonun kenar uzunluğu 28 cm olur.*
ÖA14: *cetvelle ölç bakalım? Doğru mu tahminin?*
Öğrenci4: *30 cm, o zaman bir kenar uzunluğu 660 cm. diğer kenar da 660 cm. alan 435600cm^2 olur. Ben 520 cm^2 lik yer kaplıyorum (20x26=520). 435600' ü 520' ye bölünce yaklaşık olarak 837 çıkar.*

Öğrencinin 28 cm olarak tahmin yürüterek elde ettiği değer kabul edilebilir bir değerdir. Ama burada daha önemli olan öğrencinin ileri sürdüğü yöntemi doğru bir şekilde kullanabilmesi ve işlemi sonuçlandırabilmesidir. Bu noktada 484 ve 837 kişinin partiye katılabileceği ortaya çıkmıştır. Burada grubun yorumu da modelleme becerilerini değerlendirme de etkili olacaktır.

2. grup

ÖA14: *siz ne yaptınız? Nasıl buldunuz?*
Öğrenci1: *biz enindeki ve boyundaki kareleri çarptık 484 bulduk.*
Öğrenci2: *22 bir kenarda, 22 diğer kenarda toplam 484 kare*
Öğrenci3: *Her kareye de 1 kişi sığabildiğine göre*

Grubun ilk çözümü ve düşünme yolunun 1. grubun çözümü ile aynı olduğu görülmektedir. Bu noktada ÖA14 diğer grupların çalışmalarını incelemek üzere grubun yanından ayrılmıştır.

4. grup

ÖA14: *siz nasıl buldunuz?*
Öğrenci1: *1 kareye 1 kişi sığar. Kareleri saydık. 22 ye 22 çıktı. 484 bulduk.*
ÖA14: *sizin bitti mi işlemleriniz?*
Öğrenciler: *bitti.*
ÖA14: *farklı bir çözüm yolu var mıdır?*
Öğrenciler: *yok. Biz kareleri düşünerek yaptık.*

Grubun verdiği yanıt çok netti. 4. grubun da 1. ve 2. grupla aynı düşüncelere sahip olduğu görülmektedir.

5. grup

ÖA14: *siz ne yaptınız?*
Öğrenci1: *biz kareleri saydık, her kenarda 22 kare var. 2 kare 1 kişi sığabilir şeklinde yaptık.*
ÖA14: *2 kareye 1 kişi mi sığdırdınız?*
Öğrenci2: *çok sıkışık olacak 1 kareye 1 kişi sığarsa, 2 kareye sığarsa birazcık daha rahat olacak. Onun için bunları yarıya böldük.11 ile 11' i çarptık. 121 kişi sığar.*
Öğrenci3: *bence 484 kişi sığar.*
Öğrenci2: *bir şey sorabilir miyim? 2 cevap olabilir mi?*

ÖA14: *nasıl yani?*
Öğrenci2: *biz ikisinde kararsız kaldık.*
ÖA14: *o halde ikisini de tartışın. Sizin için hangisi doğruysa onu yazın.*

Grup kendi içinde 1 kareye kaç kişi sığar sorusuna yanıt aramak için kendi aralarında tartışmaya başlamıştır. Daha sonra grup üyelerinin duvara dizildiği görülmüştür.

Öğrenci3: *sıkışıklığı bizi ilgilendirir mi?*
ÖA14: *maksimum kaç kişiyi sığdırırsınız?*
Öğrenci4: *tamam 484*

ÖA14 bu grubun yanına tekrar geldiğinde onlara ne karara vardıklarını sormuştur. Öğrenciler 484' te karar kıldıklarını belirtimişlerdir.

Şekil 5.42: Grup Çalışmalarından Örnekler-2

6. grup

ÖA14: *siz neler düşünüyorsunuz?*
Öğrenci: *biz kareleri sayarak yerdeki alanı bulmaya çalışıyoruz.*
ÖA14: *hepiniz aynı şeyi bulmuşsunuz? Nasıl oldu bu? Birbirinizden mi duydunuz?*
Öğrenci1: *yoo*
Öğrenci2: *kareler aynı olunca*
ÖA14: *peki başka türlü yapılamaz mı? Hiç düşündünüz mü?*
Öğrenci3: *bir şekilde de olabilir. Adımlarımızın aralıklarına göre kişiler sığabilir.*
ÖA14: *nasıl?*
Öğrenci3: *mesela bir duvar kaç adım?(ellerini açarak) bu kadar adım desek bu adıma 1 kişi sığabilir.*
ÖA14: *bir de öyle yapın bakalım aynı sonucu elde edebilecek misiniz?*

Bunun üzerine 6.grup tüm üyeleri ile birlikte duvarı tek tek karışlamaya başlamıştır.

Şekil 5.43: Grup Çalışmalarından Örnekler-3

ÖA14: *kaç buldunuz?*
Öğrenciler: *19 karış*
ÖA14: *bitti mi?*
Öğrenciler: *diğer duvarı da sayacağız.*

Grupların çözümleri birbirine benzerdir. Bu benzerlikte sınıfın yer döşemesinin karolarla kaplanmış olmasının etkili olduğu söylenebilir. Bunun üzerine ÖA14 farklı çözüm yolları olup olamayacağı konusunda grupları düşünmeye sevk etmiştir.

Gruplar çözümlerini tamamlayınca tüm çözümler tahtada tek tek sunulmuştur. 3. grubun ilk çözümünde sonuç 484 kişi çıkmışken ikinci çözümde sınıfa otobüs yerleştirmişlerdir. Bu çözüme sınıftaki öğrencilerden farklı yorumlar gelmiştir.

1. gruptan bir öğrenci: olumlu ama tam 4 otobüs sığmaz. Otobüslerin içi de yani her yer boş yer değil. Daha fazla kişi sığar.
3. gruptan öğrenci: zaten biz de 50 kişi daha ekledik. 450
1. gruptan bir öğrenci: ha, tamam o zaman.

Bu noktada 3. grubun çözümünü savunduğu görülmektedir. ÖA14 sınıfa yönelerek kaç tane otobüs sığabileceğini sormuştur. Öğrencilerden 3 yanıtı gelmiştir. Ama boşluk da kalabileceği belirtilmiştir. Burada 3. grup çözümünü ısrarla savunmaya devam etmiş ve bulduğu diğer çözümleri de sunmuştur.

3. gruptan sözcüsü: *ama sıkışınca 4 tane sığar.*
2. çözüm: *sınıfımızın tabanındaki karelerden yola çıkınca eninde ve boyunda 22 tane kare var. Her kareye 1 kişi sığar dedik ve bunları çarparak 484 bulduk.*
3. çözüm: *sınıfı adımladık. Eni de boyu da 26 adım çıktı. Her adıma 1 kişi sığsa 676 kişi sığar.*

5. grup sözcüsü: *Biz enini boyunu hesapladık. Hepsine 22 kare düşüyor. 22 ile 22 yi çarptık 484 çıktı. Her kareye 1 kişi sığar. Bu durumda 484 kişi olur. Kapıya 3 kişi sığdırdık, onlarla birlikte 487 kişi olur.*

4. grup sözcüsü: *1kareye 1 kişi sığardan yaparsak enine ve boyuna 22 kare var. Buna göre 484 kişi çıkar.*

6. grup sözcüsü:

1. çözüm: *eninde ve boyunda 22 kare var. 22x22= 484, her kareye 1 kişi sığar, 484 kişi.*
2. çözüm: *tüm sınıfi karışladık bir arkadaşımızın karışıyla, daha sonra bir başka arkadaşımızı aynı şekilde ölçtük.2 karış geldi. Buna göre 19 ile 19 u çarptık 361 kişi*
3. çözüm: *sınıfın eni ve boyu 22 adım çıktı. Yine 1 adıma 1kişi sığar. Buradan 22 ile 22 yi çarparsak 484 kişi çıkar.*
4. çözüm: *2 kareye 1 insan sığar. 484' ü 2 ye böldük. 242 kişi.*
5. çözüm: *insanları yan yana tek tek yerleştirdik. 34 ile 34 ü çarptık. 1156 kişi çıktı.*

2. grup sözcüsü: *22 tane kare var enine ve boyuna. Toplam 484 kare var. Her kareye de 1 kişi sığacağını düşündük. Buradan 484 kişi çıkar.*

1. grup sözcüsü:

1. çözüm: *ilk önce kareleri saydık biz de. 22 ye 22 kare çıktı. Toplam 484 kare çıkıyor. Her kareye 1 kişi sığacağından 484 kişi olur*
2. çözüm: *bir de sınıfın alanını bulduk. Bir karenin alanı 900 cm^2 olur. 484 kare vardı. 9 ile 484 ü çarpınca 435600 cm^2 çıktı. Normal bir öğrencinin kapladığı alanı hesapladık. 520 cm^2 oluyor. Onu da böldük kalanlı çıkıyor ama sonuçta 837 kişi çıktı.*

ÖA14: *bir insanın alanını nasıl hesapladın?*
Öğrenci: *ayaklarımı dikdörtgen gibi düşünerek alanı 26x20den 520 cm^2 bulduk.*

ÖA14 tüm çözümleri dinledikten sonra sınıfın gerçek alanını 43.5 m^2 olarak sınıfa bildirmiştir. Kenar uzunluklarının 6.6 m olduğunu ve sınıfın tabanının kare olduğunu söylemiştir. Daha sonra düşünmeleri gereken şeyin 1 m^2 ye kaç kişi sığabileceğini hesaplamak olduğunu söylemiştir. Buna göre bir yöntem de ÖA14 tarafından sunulmuştur.

ÖA14: *sizce 1 m^2 ye kaç kişi sığar?*
Öğrenci1: *12*
ÖA14: *neden 12?*
Öğrenci1: *göz kararı.*
Öğrenci2: *16*
Öğrenci3: *1m^2 de hocam 9 tane kare var.*
ÖA14: *yerde 1m^2 lik alanı çiz bakalım. Buna göre kaç kişi sığacağını görelim.*

Öğrenciler yere 1 m^2 lik alan çizmiş ve içine girmişlerdir. En çok 13 öğrencinin bulunabileceği sonucuna ulaştıkları görülmüştür.

ÖA14: *1m^2 lik alana 13 öğrenci sığarsa, sınıfın alanı 43 m^2çıkmıştı. Bu sınıfa kaç kişi sığar?*
Öğrenciler: *43 ile 13 ü çarparız. 559 kişi.*

Buradan hareketle ÖA14 sınıfa maksimum 559 kişi sığabileceğini bildirmiştir. Grupların genel anlamda çözümleri birbirine benzerdir. 2. ve 4. grupların tek bir çözümde kaldıkları görülmektedir. 5. grup kapıya da 3 kişinin yerleşebileceğini belirterek 487 yanıtını vermiştir. Diğer 2 grup farklı düşünme yollarıyla oluşturdukları cebirsel modeli doğrulamaya çalıştıkları görülmüştür. Standart ölçü birimlerinin kullanılmaması sonucunda çözümlerden elde edilen sonuçlar farklılık göstermiştir. Grupların ortak noktası ise hepsinin 484 yanıtını vermesidir. Ancak en yakın sonuca 487 kişi yanıtıyla 5. grup ulaşmıştır. ÖA14' ün grupların modelleme yeterliklerini değerlendirme puanları Tablo 5.18' de verilmiştir. Buna göre tüm grupların modelleme yeterliklerin düzeyinin yüksek olduğu ve modellemenin hiçbir aşamasında zorlanmadıkları ortaya çıkmıştır.

Tablo 5.18: ÖA14' ün Uygulamasına Katılan Grupların Modelleme Yeterliklerine İlişkin Bulgular

Ölçütler	**1.grup**	**2.grup**	**3.grup**	**4.grup**	**5.grup**	**6.grup**
Problem anlama	3	3	3	3	3	3
Basitleştirme/yapılandırma	3	3	3	3	3	3
Matematikleştirme	3	3	3	3	3	3
Matematiksel çalışma	3	3	3	3	3	3
Yorumlama	3	3	3	3	3	3
Doğrulama	3	2	3	2	3	3
Raporlaştırma	3	3	3	3	3	3
Toplam puan	21	20	21	20	21	21
Yeterlik düzeyi	**Yüksek**	**Yüksek**	**Yüksek**	**Yüksek**	**Yüksek**	**Yüksek**

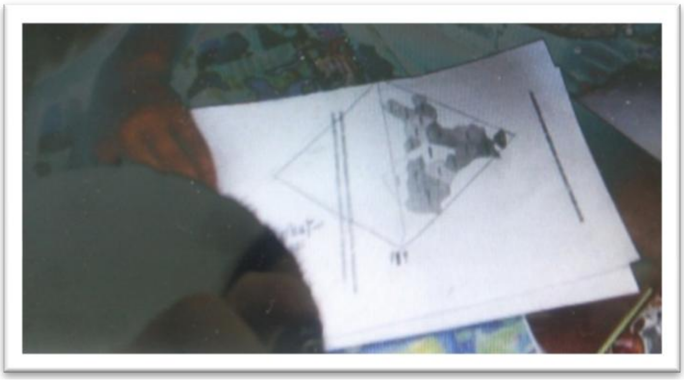
5.3.15 ÖA15' in Uygulamasına Katılan Grupların Modelleme Yeterliklerine İlişkin Bulgular

ÖA15, 6. sınıf matematik programından ölçme öğrenme alanının, alan ölçme alt öğrenme alanından belirlemiş olduğu "Düzlemsel bölgelerin alanlarını strateji kullanarak tahmin eder." kazanımına göre hazırladığı ders planına uygun olarak öğretim gerçekleştirmiştir. Modelleme etkinliğinde öğrencilerden Balıkesir' in yüz ölçümünü haritadan faydalanarak tahmin etmeleri istenmektedir. ÖA15, "alan deyince aklınıza neler geliyor?" sorusunu sınıfa yönelterek derse başlamıştır. Öğrencilerden gelen yanıtlar doğrultusunda alan tanımını yapma ihtiyacı hissetmiştir. Daha sonra gruplara "oturduğunuz sıraların alanı sizce ne kadardır? Sıranın yüzey alanı nedir?"sorusunu sormuştur. Öğrencilerin hemen oturdukları sırayı incelemeye başladıkları gözlenmiştir.

Öğrenci1: *boyu yaklaşık 1 m, eni de biraz daha kısa*
ÖA15: *sıramızın şekli neydi?*
Öğrenci1: *dikdörtgen*
ÖA15: *bu durumda eni dediğimiz kısa kenarı ne kadardır sence?*
Öğrenci1: *20 cm*
ÖA15: *şimdi, sen dikdörtgenin alanını nasıl buluyorsun?*
Öğrenci1*: kısa kenarla uzun kenarı birbiri ile çarpıyorum.*
ÖA15: *sıranın alanı yaklaşık olarak* m^2 *dir?*
Öğrenci1: *20 ile 100' ü çarpınca 2000* cm^2 *olarak buluruz.*

ÖA15: *güzel, şimdi tahtamızın yüzey alanına bakacak olursak sizce tahtamızın yüzey alanı ne kadardır?*
Öğrenci2: *uzun kenarı 2 m olabilir yani 200 cm. Kısa kenarı da 100 cm olabilir.*
ÖA15: *yani 100 cm kaç m?*
Öğrenci2: *1 m*
ÖA15: *uzun kenarı 2 m, kısa kenarı yaklaşık 1 m dedin. O zaman alanı ne kadardır?*
Öğrenci:*20000* cm^2
ÖA15: *peki, size bir başka sorum olacak. Oturduğu evin alanını merak edip araştıran oldu mu?*
Öğrenci3: *ben ölçmedim ama babama sorarak öğrendim. 90* m^2
Öğrenci4: *hani evi almak için alanı kaç* m^2 *gibi mi?*
ÖA15: *evet, sen araştırdın mı?*
Öğrenci4: *bizim 145* m^2 *idi sanırım.*
ÖA15: *peki evimizin resmini kâğıt üzerine aktaracak olursak çocuklar, 145* m^2 *lik bir kâğıt bulabilir miyiz?*
Öğrenciler: *hayır.*
ÖA15: *o zaman biz bunu…*
Öğrenci5: *küçültürüz haritalarda olduğu gibi.*
ÖA15: *evet, biz evimizin alanını belli oranlarda küçülterek kâğıt üzerine aktarabiliriz. Aynı şekilde Balıkesir ilimizin alanını da kâğıt üzerine aktaracak olursak yine o kadar büyüklükte kağıt bulmamız mümkün değil. Bunu da belirli oranlarda küçülterek kâğıt üzerine aktarabiliyoruz. Biz bu küçültme oranına ne diyoruz çocuklar?*
Öğrenciler: *ölçek*
ÖA15: *aferin çocuklar.*

ÖA15 ölçekle ilgili bir küçük uygulama yaparak gruplara modelleme etkinliğinin bulunduğu çalışma kâğıtlarını dağıtmıştır. Gruplara harita üzerinde çizim yapabileceklerini söylemiştir. Grupların tüm üyeleri ile birlikte problem üzerinde çalışmaya başladıkları gözlenmiştir. 2 grupta harita üçgen içerisine alınmıştır. Buna göre üçgenin taban uzunluğu ve yüksekliği hesaplanmıştır. Her bir kenarı 13 cm ve yüksekliği 10 cm olacak şekilde üçgenin kenar uzunluklarını belirlemişlerdir. Diğer grup ise üçgenin alan formülünü hesaplamada başarısız olmuş ve daha sonra yaptıkları tüm işlemleri silerek üçgenini alanını yanlış hesapladıklarını söylemişlerdir. Bir grup haritayı üçgen içine almış, ancak bu üçgeni kareye tamamlayamamıştır.



Şekil 5.44: Grup Çalışmalarından Örnekler-1

ÖA15: *neler yaptınız bakalım?*

Öğrenci: *öğretmenim üçgene benziyor bu şekil. Tahminen değil mi zaten tam olarak olamaz.*
ÖA15: *niye ölçüyorsunuz kenarlarını?*
Öğrenci: *bütün kenarları ölçüp ona göre alanı hesaplayacağız.*
ÖA15: *nasıl hesaplayacaksınız?*
Öğrenci: *cm leri km ye çevireceğiz.*

Bir başka grubun çalışması şöyledir:

ÖA15: *o birimleri nasıl buldunuz?*
Öğrenci1: *alan dediği için kenarlarını içine alacak bir dikdörtgen çizdik. 17 km olduğu için burası 9 cm, 9 ile 17 yi çarptık, burası da 11 cm, 17 ile 11 i çarptık.*
Öğrenci2: *Boş kısımların alanlarını bulacağız. Sonra da bütün alandan çıkartacağız.*
ÖA15*: tamam.*

Bir diğer grubun çalışması:

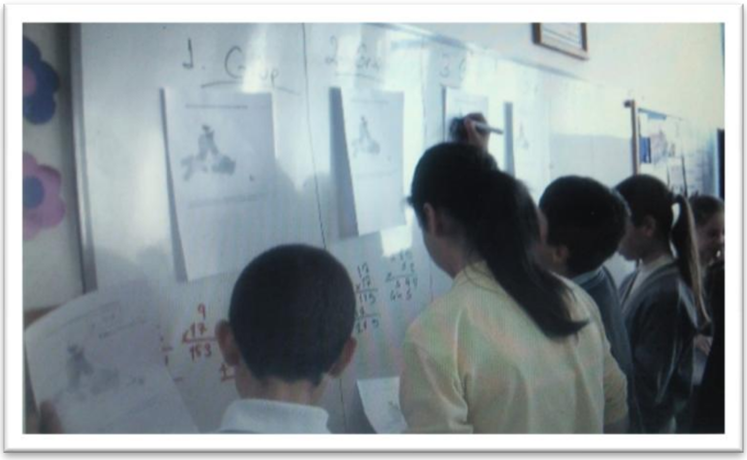
ÖA15: *neyi hesaplıyorsunuz?*
Öğrenci1: *alanlarını*
ÖA15: *nasıl buluyorsunuz?*
Öğrenci2: *yaklaşık olarak her bir ilçenin alanını buluyoruz.*
ÖA15: *küçük parçaları dikdörtgen olarak mı aldınız?*
Öğrenci3: *evet*
ÖA15: peki hep dikdörtgen mi olur?
Öğrenciler: *tahmini olarak*

Şekil 5.45: Grup Çalışmalarından Örnekler-2

Bu grupta harita dikdörtgen içerisine alınarak çözüm yapılmıştır.

Öğrenci: *biz bunu dikdörtgen gibi düşündük. Önce cm olarak aldık sonra km ye çevirdik. Çevirdikten sonra kabataslak bir alan bulduk. Kenardaki boşlukları çıkartarak da bir tahmin yapacağız.*
ÖA15: *güzel, bakalım kaç çıkacak?*

Grupların çalışmaları benzerlik taşımaktadır ÖA15 gruplara müdahalede bulunmamış ve onlara çalışmaları için yeterli süre vermiştir. Çözümlerin bittiği tüm gruplar tarafından bilidirildikten sonra çözümler tahtada sunulmuştur.



Şekil 5.46: Grupların Çözümleri Sunumu

Grupların çözümleri şöyledir:

1. grup: *Üçgen şekline benzettik. Üçgende yüksekliği 9 cm ve taban uzunluğunu 12 cm bulduk. Bunları km ye çevirip çarptık. Üçgenin alanını bulmak için çıkan sonucu 2 ye böldük. Buna göre sonuç 15606 km^2 çıktı.*

2. grup

Öğrenci: *Biz her bir bölümü ayrı ayrı bulduk.*
ÖA15: *Nasıl?*
Öğrenci: *Her bir bölümü dikdörtgene benzettik. Her bir dikdörtgenin alanını hesapladık. Alanlar toplamı 54 cm^2 çıktı. Daha sonra 17 ile 17 çarptık, 289 çıktı.*
ÖA15: *17 ile 17 yi niye çarptınız?*
Öğrenci: *her bir cm^2 lik alanın ne kadar olduğunu bulduk. Sonra 54 ile çarparak 15606 km^2 bulduk.*

3. grup

Öğrenci: *Alanı olduğu için bir dikdörtgen çizdik. 11 cm ye 9 cm bulduk. 1 cm, 17 km olduğu için 11 ile 17 yi çarptık 187 km, 17 ile 9 u çarptık 153 km. alanı bu değerleri çarparak bulduk, 28611 km^2. Buradaki fazlalıkları kare yapıp çıkardık. Kenarları kaç onu yazmadım, sonuçlar bunlar oldu. Onları toplayıp sonuçtan çıkardık ve 23560 km^2 bulduk.*

3. grubun küçük parçaların alanlarını cm^2 cinsinden hesapladıkları için doğru çözüme ulaşamadıkları gözlenmiştir.

4. grup

Öğrenci: *Haritayı dikdörtgen içine aldık. Kenar uzunluklarını 9 cm ve 10 cm olarak hesapladık. Bu değerleri km ye çevirip çarptık. 26010 bulduk. Fazlalıkları çıkarmak içinde değerleri bulduk. 3 cm x 5 cm, 4 cm x 4 cm, 1 cm x 2 cm. Bunların hepsini km ye çevirip çarptık, çıkan sonuçları topladık, ondan sonra da ilk bulduğumuz 26010 sonucundan çıkarttık ve 13872 km^2 bulduk.*

4. grubun işlem hatası yaptıkları fark edilmiştir.

5. grup

Öğrenci: *biz öncelikle bunu dikdörtgen içine aldık. Dikdörtgenin uzun kenarı 11 cm ve kısa kenarı 10 cm olarak hesapladık. 1 cm 17 km, buna göre kenarları km ye çevirdik. 11cm yi bulmak için 11 ile 17 yi çarptık, 187 km olarak bulduk uzun kenarı. Kısa kenarını 10cm, yine 1cm 17 km, 17 ile 10 u çarptık, 170 km olarak bulduk kısa kenarını da. Bunların ikisini çarptık dikdörtgenin alanını bulmaya çalıştık. Dikdörtgenin alanını İkisinin çarpımından 31790 km^2 olarak bulduk. Daha sonra tahmini olarak bazı boşlukları doldurarak yaklaşık olarak yarısı olarak düşündük. 31790 ı da ikiye böldük. 15895 km^2 olarak alanı bulduk.*

6. grup

Öğrenci: *biz de dikdörtgenin içine aldık. Dikdörtgenin uzun kenarını 11.5 cm olarak bulduk, yaklaşık olarak 12 cm dedik. Kısa kenarını 9.5 cm bulduk, ona da yaklaşık olarak 10 cm dedik. Sonra uzun kenarının km yaptığını bulduk. Sonra kısa kenarının da kaç km yaptığını bulduk. Sonra da ikisini çarpıp alanı 34608 km^{2}olarak bulduk.*
ÖA15: *peki dikdörtgenin alanının hepsini kaplıyor mu Balıkesir haritası?*
Öğrenci: *hayır*
ÖA15: *boşluklarımızı çıkarsaydık?*
Öğrenci: *biraz daha azalırdı.*

Çözümler sunulduktan sonra ÖA15 Balıkesir ilinin yüzey ölçümünün gerçekte 14456 km^2 olduğunu sınıfa bildirmiştir. Doğru çözümlerin hangileri ya da hangisi olabileceği konusunda ÖA15 tüm sınıfın görüşlerini almıştır. 1., 2., 4. ve 5. grubun birbirine yakın yanıtlar bulduğu, 3. ve 6. grubun çok büyük bir sayı buldukları öğrenciler tarafından bildirilmiştir. Değer olarak 14456 km^2 ye daha yakın olması nedeniyle 4. grubun çözümü en yakın sonuç olarak kabul edilmiştir. 1, 2 ve 5. grupların çözümleri de doğru çözümler olarak belirlenmiştir. Bunun yanı sıra işlem hatası yapan 3. grup da yanlışlarının farkına varmıştır. Bu uygulamada öğrencilerin geometrik modellerini cebirsel modellerle destekledikleri görülmüştür. ÖA15' in grupların modelleme yeterliklerini değerlendirme puanlarına Tablo 5.19' da yer verilmiştir. Buna göre 4 grup yüksek, 2 grup orta düzeyde modelleme yeterliği sergilediği ve hiçbir aşamada zorlanılmadığı görülmektedir.

Tablo 5.19: ÖA15' in Uygulamasına Katılan Grupların Modelleme Yeterliklerine İlişkin Bulgular

Ölçütler	**1.grup**	**2.grup**	**3.grup**	**4.grup**	**5.grup**	**6.grup**
Problem anlama	3	3	3	3	2	2
Basitleştirme/yapılandırma	3	3	3	3	3	3
Matematikleştirme	3	3	2	3	3	2
Matematiksel çalışma	3	3	2	3	3	3
Yorumlama	3	3	2	3	3	2
Doğrulama	3	3	2	3	3	2
Raporlaştırma	3	3	3	3	3	3
Toplam puan	21	21	17	21	20	17
Yeterlik düzeyi	**Yüksek**	**Yüksek**	**Orta**	**Yüksek**	**Yüksek**	**Orta**

5.3.16 ÖA16' nın Uygulamasına Katılan Grupların Modelleme Yeterliklerine İlişkin Bulgular

ÖA16, 6. sınıf matematik programından geometri öğrenme alanının, geometrik cisimler alt öğrenme alanından belirlemiş olduğu "Eş küplerle oluşturulmuş yapıların farklı yönlerden görünümlerini çizer." kazanımına göre hazırladığı ders planına uygun olarak öğretim gerçekleştirmiştir.

ÖA16 öğrencilerin 3 boyutlu cisimlerin farklı yönlerden görünümleri hakkında hazır bulunuşluklarını ölçmek amacıyla sınıfa sorular yönelterek derse başlamıştır.

ÖA16: *bugün dersimizde 3 boyutlu cisimlerin farklı yönlerini inceleyeceğiz. Çevrenizden 3 boyutlu cisimler için örnek verebilir misiniz?*
Öğrenci1: *şu duvarlardaki kolonlar*
ÖA16: *evet güzel, başka?*

Öğrenciler farklı örnekler sunmuştır. ÖA16 uygulama esnasında öğrencilere isimleriyle hitap etmiştir, ancak buraya isimler yansıtılmamıştır. Bir öğrenci duvardaki hoparlörü örnek olarak sunmuştur. Bu örnek derse geçişi pratik hale getirmiştir. Buradan yola çıkarak ÖA16 hazırlık etkinliğini etkili bir şekilde gerçekleştirebilmiştir. Hopörlör tahtanın olduğu duvarda bulunmaktadır.

Şekil 5.47: Uygulamadan Örnekler-1

ÖA16: *arkadaşlar biz de 3 boyutluyuz. Şimdi biz bu 3 boyutlu cisimleri farklı açılardan ele alacağız ve bunları inceleyeceğiz. Önden bakıldığında nasıl görünüyor? Mesela 3. grup bana söyler misin oradan hoparlörü nasıl görüyorsunuz?*
3. gruptan bir öğrenci: *böyle baktığımda dikdörtgen*

Şekil 5.48: Uygulamadan Örnekler-2

ÖA16: sen dikdörtgen şeklinde görüyorsun. 6. grup siz nasıl görüyorsunuz?

6. grup farklı bir açıdan hopörlörü görmektedir.

Şekil 5.49: Uygulamadan Örnekler-3

6. gruptan bir öğrenci: *kare*
ÖA16: *siz kare şeklinde görüyorsunuz. Peki, 2. grup siz oradan nasıl görüyorsunuz?*

Şekil 5.50: Uygulamadan Örnekler-4

2. gruptan bir öğrenci: *ben yandan kare olarak görüyorum.*
ÖA16: *evet arkadaşlar, 3 boyutlu cisimlere farklı açılardan baktığımız zaman farklı şekiller görebiliyoruz.*

ÖA16 yakın çevreden bir örnekle derse giriş yapmıştır. Bu pratik bir örnek olmuştur. Nitekim karşıdan ve her iki yandan bakıldığında cismin farklı şekillerde görünümleri hakkında ön bilgiler hatırlatılmıştır. ÖA16 dersi 4 aşamada işleyeceğini söylemiş ve gruplara onlardan beklentilerini açıklamıştır. Daha sonra gruplara modelleme etkinliklerini sunmuştur. Bu bağlamda modelleme etkinlikleri süreci tamamlayacak şekilde 4 etkinlikten oluşmaktadır İlk etkinlikte 3 boyutlu yapının farklı yönlerden görünümlerini eşleştirmeleri istenmektedir. Gruplar vakit kaybetmeden çalışmalarına başlamışlardır. Grupların birinci etkinliği tamamlamaları uzun sürmemiştir. ÖA16 her grubun eşleştirmesini tahtaya yazmıştır. Eşleştirmeler öğrenciler tarafından da incelendiğinde farklılıklar olduğu gözlenmiştir. ÖA16, "ortak olan şıkkınıza bakıyorum. İkincinin hepiniz üstten görünüm olduğunu düşünüyorsunuz, evet ikinci üstten görünüm. Bunda bir problem çıkmamış. 4 gruptan ikisinde 6. ve 5. grupta farklılık var. Siz neler düşündünüz?" diyerek bu eşleştirmelerin gruplar tarafından açıklanmasını istemiştir. 2 grup hatalarını fark ettiklerini belirttikleri ve diğer grupların yanıtının doğru olduğunu bildirdikleri için ikinci etkinliğe geçilmiştir. Bu etkinlikte 3 boyutlu bir yapı için kullanılan birim küp sayıları verilmektedir. Bu verilere göre 3 boyutlu yapının önden görünümünün nasıl olacağı sorulmaktadır. Bu etkinlik öğrencilerin ilk olarak 3 boyutlu yapıyı zihinlerinde canlandırmalarını ve daha sonra önden görünümünü çizmelerini gerektirdiği için aynı zamanda üst düzey düşünmelerini de sağlamıştır.

6. grup a ve b şıkları arasında gidip gelmektedir.

Öğrenci1: *ön görüntüsü diyor.*
Öğrenci2: *bence a şıkkı*
Öğrenc3: *önden bakınca sen bunu ters mi görüyorsun sanki.*
Öğrenci4: *a şıkkı*

ÖA16 soruyu dikkatli incelemelerini ve zor gibi görünse de aslında bunun kolay bir soru olduğunu sınıfa bildirmiş ve böylece öğrencileri çözüm için cesaretlendirmiştir. 5. grup soruyu anlayamayınca ÖA16' dan yardım istemişlerdir.

ÖA16: *eş küplerden oluşturulmuş bir yapı var burada. Bu sayılar kaç tane küp olduğunu gösteriyor, mesela şurada 1 küp var, şurada 2 küp var. Baktığınız zaman sizce önden görünüm nasıl olur? Ama önce yapıyı oluşturmanız lazım.*
Öğrenci1: *bence c şıkkı değil*
Öğrenci2: *bence de.*
ÖA16: *hayalinizde küp şekerleri yerleştirin, önce 1' er tane, sonra 2' şer en sonra 3 tane koyun. Önden baktığınızda nasıl görünür?*
Öğrenci3: *b şıkkı*
ÖA16: *neden b şıkkı?*
Öğrenci3: *kenarda 1 küp var ya ondan öyle diyorum.*

1. grup ise c şıkkını hemen elemiştir.

Öğrenci1: *ya b ya a*
Öğrenci2:*3' ün altında 2 tane var, bak.*
Öğrenc3: *ama 3 yukarda*
Öğrenciler ortak bir kararla a şıkkını işaretlemişlerdir.

3. grubun şıkkını işaretlediği gözlenmiştir.

Öğrenci1: *sayılara bakarak yapıyoruz değil mi?*
ÖA16: *bu yapı üstten kare şeklinde görünüyor. Ama diyor ki tam ortasında3 tane küp üst üste konmuş. Bu noktalarda 2' şer tane küp üst üste konmuş. Bu noktalarda da 1' er tane. Bu şekli gözünüzde canlandırabildiniz mi kat kat?*
Öğrenciler: *evet, bizim ki doğru o zaman.*

4.grup

ÖA16: *bitirdiniz mi?*
Öğrenciler: *evet.*
ÖA16: *oluşan şekli çizebilir misiniz peki?*
Öğrenciler: *çizeriz.*

Her bir grup 2. etkinliğin de tamamlandığını bildirince gruplar yanıtları sunmuştur.

6. grup - verdikleri yanıt a

Öğrenci: *İlk başta c şıkkını eledik kareler yetmediği için, 6 tane ya da 4 tane kare yok. Şu 3 zaten bunların ortak noktasıydı. Bu 2 tanesi, bu da altındaki 1 ler. (b şıkkının yerini de gösterdi) önden baktığımızda a daki gibi görünür.*

4. grup - verdikleri yanıt a

Öğrenci: *şeklin önden görünümünü 3 boyutlu olacak şekilde çizdik. Biz bu yapının bütününün piramit şeklinde olacağını düşündük. Önden görünümü de a olur.*
ÖA16: *aferin size, şekli çizmeniz de ayrıca güzel olmuş. Şekli canlandırabilmişsiniz.*

5. grup - verdikleri yanıt a

Öğrenci: *biz şekilleri saydık, 5-3-1, buna uygun sadece a şıkkı vardı*
ÖA16: *tamam, peki.*

3. grup -verdikleri yanıt a

Öğrenci: *a şıkkında en alt sıra 1 kattı, 2. sıra 2 kattı, en üstte de 3 kat olduğu için a şıkkı çok uygundu. Onun için a şıkkını seçtik.*

2. grup - verdikleri yanıt a

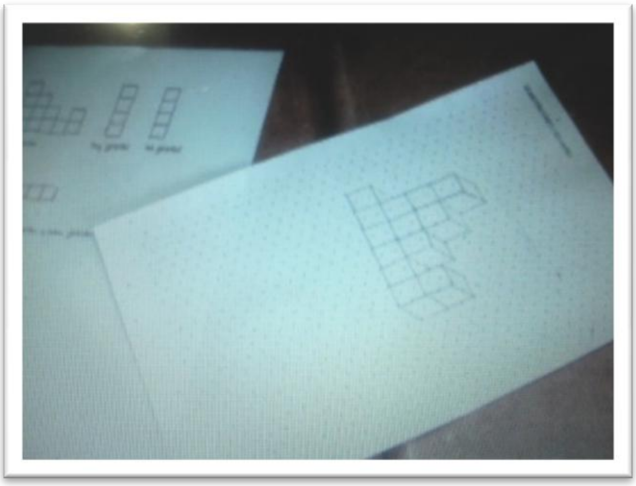
Öğrenci: *öncelikle a, b, c şıklarına tek tek baktığımızda c yi zaten eledik olmayacağı için. a ile b ye baktığımızda öncelikle şekli biraz çizmeye çalıştık, çizdiğimizde de hem üstte çıkıyordu hem altta var bu çizimde de. O yüzden önden görünümünün alttaki olacağına karar verdik ve a dedik.*

1. grup - verdikleri yanıt a

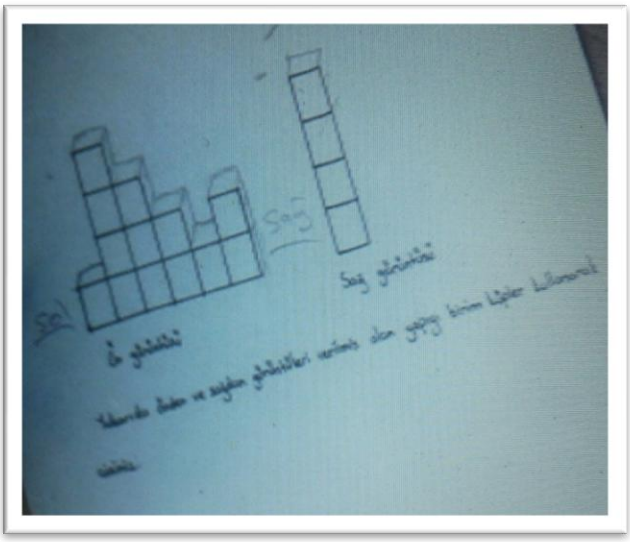
Öğrenci: *burada 5-3-1 şeklinde gideceği için şekil önden baktığımızda öyle gösteriyordu. C şıkkı zaten olamazdı, en üstünde 2 kare vardı.*
ÖA16: *peki neden b değil?*
Öğrenci: *önden görünümü dediği için b olamazdı. Tek a şıkkı kalıyordu, onu doğruladığımızda a şıkkı oluyordu*

Tüm çözümler sunuldukta sonra ÖA16 gruplara verdikleri yanıtların doğru olduğunu bildirmiş ve 3. etkinliğe geçilmiştir. 3. etkinlikte 2 problem durumu vardır İlkinde önden-sağdan görünümleri verilen yapıları, ikincisinde ise önden-soldan-sağdan-üstten görünümleri verilen yapıları izometrik kâğıda çizmeleri istenmektedir. Öğrenciler derslerde genellikle kareli deftere çizim yaptıkları için izometrik kâğıda da benzer şekilde çizim yapmışlardır. 4. sorunun 3. sorudan tek farkı yapının üstten görünümünün de verilmiş olmasıdır. Buna göre gruplar aynı şeyi çizsek olmaz mı diye soru yöneltmiştir. ÖA16 etkinlikleri dikkatlice incelemeleri ve problem durumunu anlamaları konusunda sınıfı uyarmıştır.

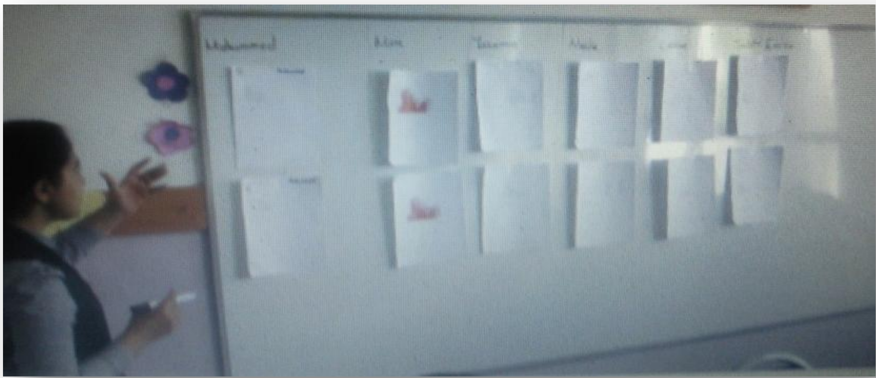
Şekil 5.51: Grupların Çalışmalarından Örnekler-1



Şekil 5.52: Grupların Çalışmalarından Örnekler-2



Şekil 5.53: Grupların Çalışmalarından Örnekler-3



Şekil 5.54: Grupların Çözümlerinin Sunumu

Tüm gruplar çizimlerini tamamlayınca izometrik kâğıtlar tahtaya asılmıştır. Çizimler öğrencilerle birlikte incelendiğinde tüm gruplar için her iki çizim arasında farklılık olmadığı görülmüştür. ÖA16 çizimler hakkında herhangi bir yorum yapmamış ve gruplara geri bildirimde bulunmamıştır. Bunun yerine iki şeklin neden aynı çıktığı noktasında görüşlerini almak istediğini belirtmiştir.

ÖA16: *1. soru için konuşalım.*

6. grup
Öğrenci: *ön görüntüsünü ve sağ görüntüsünü vermiş burada. Biz sağdan ve soldan baktığımızda görüntüsü aynı olacağı için bu şekli çizdik.*
ÖA16: *ben size 1. soruda soldan ve üstten görünümü vermedim. Ama siz iki tane görünümle yapıyı çizebildiniz. Arada nasıl bir fark var o zaman?*
Öğrenci:...

ÖA16 öğrenciden yanıt gelmeyince farkı buldurmak amacıyla başka bir soru yöneltmiştir. Bu noktada diğer grupların açıklamalarına bu duruma yansıtıldığı gözlenmiştir.

ÖA16: *yani benim 3 boyutlu bir yapıyı çizebilmem için en az kaç tane veriye ihtiyacım var?*
Öğrenci: *2 tane.*

4. grup

Öğrenci: *biz iki şekli de aynı düşündük. Önden görünümleri zaten hep aynı oldu. Yine sağdan görünümler ikisinde de aynı. Eğer birisinde yanında bir kare daha fazla olsaydı biz bunu farklı düşünürdük.*

5. grup

Öğrenci: *biz sağdan ve soldan görünüm olarak aynı şekilde durduğunu fark ettik. Böyle düşünüp çizdik.*

3. grup

Öğrenci: *1. şekilde önden ve sağdan görüntüsünü vermiş. İki şekilde bunları yine vermiş, ayrıca soldan ve üstten görünümlerini vermiş. Biz bunu bulurken iki görünüm bize çok yardımcı oldu. Bu şekilde ortaya çıkardık.*

2. grup

Öğrenci: *birincide hem önden hem sağdan göstermiş, ikincide ön-sağ-sol-üstten göstermiş. Zaten o şeklin sağdan ve soldan görünümleri aynı. Biz şeklimizi çizerken altta tabanı var. Üstten görünümü de tabanına eş olduğu için ikisi de aynı dedik ve aynı çizdik.*

1. grup

Öğrenci: *bize ikisinde de hem önden hem de sağdan görüntüsünü vermiş. Zaten önden görünümleri aynı olduğu için önden görünümün 3 boyutlu halini çizeceğiz şekli bulabilmemiz için. Soldan görünüm, sağdan görünümle karşılıklı birbirine eş olduğu için çizmemiz daha kolay oldu.*

Grupların çözümlerini savundukları ortadadır. ÖA16 durumu fark edince öğrencilerin bakış açılarını görmek istemiştir. Bu doğrultuda sadece bir yüzden görünümü verilen cisimlerin çizilip çizilemeyeceği konusunda öğrencilerin kavramsal öğrenmelerini ölçmüştür.

ÖA16: *peki arkadaşlar ben size sadece önden görünümü verseydim, bu 3 boyutlu cismi çizebilir miydiniz?*
Öğrenci1: *çizebilirdik ama tam doğru olmayabilirdi. Bir tane daha birim küp olabilirdi, tam doğru olmazdı.*
Öğrenci2: *bence çizemezdik. Çünkü sağdan ve soldan görüntüsü yok.*
Öğrenci3: *çizebilirdik sadece ön görüntüsünü verdiğinde. Zaten ön görüntüsünü verdiğinde zaten sağ ve sol görüntüsü bellidir.*
Öğrenci4: *çizerdik ama arkada çok küp olurdu yani sağdan-soldan görünümleri kullanarak yapsak daha güzel olurdu.*

Öğrencilerin verdiği yanıtlar incelendiğinde içinden doğru yanıtların geldiği gibi yanlış kavramaların da olduğu görülmektedir. Bu noktada öğrencilerin dikkatini hopörlöre çekerek soruyu somutlaştırmıştır.

ÖA16: *şimdi hoparlöre bakmanızı istiyorum. Sadece önüne bakın, bu şeklin ön görünümü nedir?*
Öğrenci5: *önüne baktığımızda sadece bir dikdörtgen görürüz. Biz önüne bakarak çizdiğimizde sadece dikdörtgeni çizecektik, o zaman yanındaki kareleri çizmeyecektik. Şekil yarım olurdu. Yani çizemezdik.*
ÖA16: *üstten görünümü biliyor musunuz?*
Öğrenciler: evet.
ÖA16: *üstten ya da alttan görünüm ne?*
Öğrenciler: *yamuk.*
ÖA16: *tamam.*
Öğrenci6: *çizemezdik çünkü mesela sağdan görünümünü verdiğinde kenarında bir çıkıntı olabilir veya üstten görünümü verdiğinde bir çıkıntı olabilir. Önden baktığımızda zaten sadece şeklin ön kısmını görürüz. Arkadaki çıkıntıları falan göremeyiz.*
ÖA16: *başka görüşünü belirtmek isteyen var mı?*
Öğrenci7: *çizebiliriz fakat yanlış olur. Bize burada önden görünümünü vermiş, diğer yönlerden görünümünde çıkıntılar olabilir. Bunları önden göremediğimiz için yanlış çizeriz.*
ÖA16: *o halde sorumuza dönersek neden iki tane aynı şekil elde ettiniz?*
Öğrenciler: *ikinci şekilde tüm yönler olduğu için şekil bu olur ama diğerinde farklı şekiller çizilebilir.*

Öğrencilerin iki şekil arasındaki ayrımın farkına vardığı ve genel bir yargıya ulaştıkları onlardan gelen bu yanıtla ortaya konmaktadır. ÖA16 farklı görünümlerine göre 3 boyutlu yapıların çizimlerinin nasıl olabileceği konusunda öğrencilerden gelen dönütler doğrultusunda tartışmayı sonlandırmıştır. Son olarak yine farklı yönlerden görünümleri verilen yapıları izometrik kâğıda çizmeleri istendiğinde gruplar son 3. etkinliğe göre daha istekli, daha hevesli ve birinci olarak bitirme telaşı içerisine girmişlerdir. ÖA16 izometrik kâğıtlarda çizim yaparken birim küplerin köşeleri noktalara gelecek şeklinde uyarı yapmamıştır. Bu bağlamda onlara özgür bir çalışma ortamı sunmuştur. Etkinlikteki ilk çizimi tüm gruplar kolaylıkla yapabilmiştir.

4. grup

Öğrenci1: *önden böyle görünüyor.*
Öğrenci2: *soldan böyle, 4-3-2 küp görünüyor.*
Öğrenci3: *üstten görünümü böyleymiş.*
Öğrenci4: *kademe kademe inecek o zaman.*

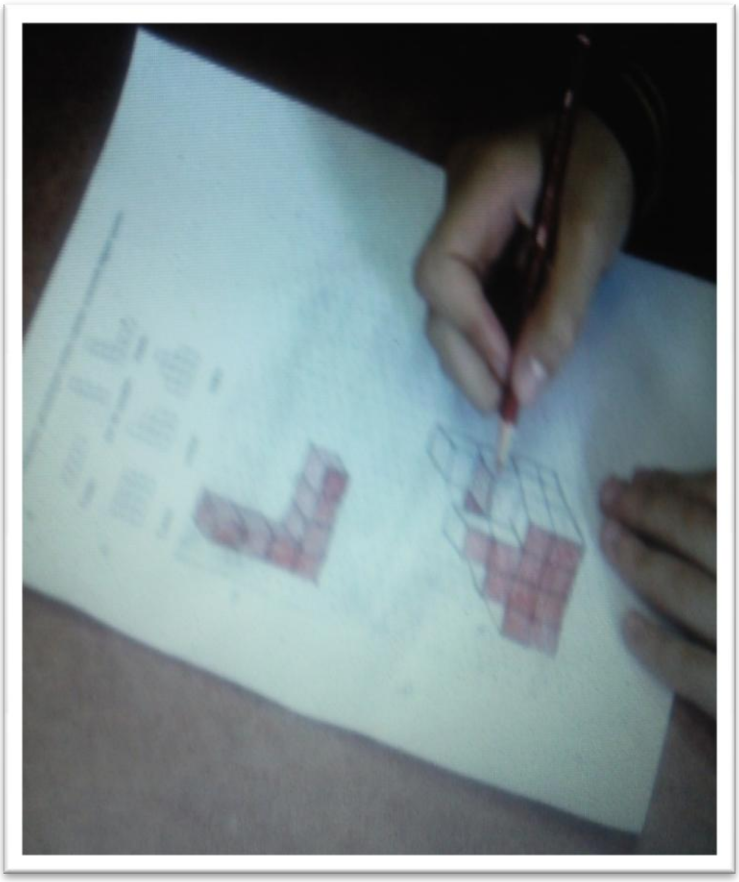
2. grup

ÖA16: *arkaya doğru baktığınızda çizdiğiniz şekilde kaç tane küp var?*
Öğrenciler: *1*
ÖA16: *üstten görünümde nasıl verilmiş?*
Öğrenciler: *3*
Öğrenciler: *arkaya doğru devam ettireceğiz.*

4. grup

ÖA16: *önden baktığınızda şekil doğru mu?*
Öğrenciler: *hayır hocam, bizce de değil. Hemen silip düzelteceğiz.*
Öğrenci 1: *böyle baktığımızda burası nasıl görünüyor?*
Öğrenci2: *üstten baktığımızda buradan 3 tane buradan 4 tane görünüyor, tamam işte.*
ÖA16: *önden görünüm oldu mu?*
Öğrenciler: *oldu.*
ÖA16: *soldan doğru mu?*
Öğrenciler: *soldan baktığımızda*

Öğrenci3: *bence 4 küpün yanında 1 tane daha olacak.*



Şekil 5.55: Grupların Çalışmalarından Örnekler-4

5. grup

ÖA16: *üstten bakıldığında kaç sıra küp görüyorsunuz?*
Öğrenciler: *3*
ÖA16: *çiziminiz doğru mu o zaman?*
Öğrenciler: *hayır. Devam ettireceğiz.*
ÖA16: *evet, hadi çizin bakalım.*

Tüm çizimler tamamlandıktan sonra bir öğrenci, grubu ile çizdikleri yapıyı birim küpler yardımıyla oluşturmuştur. Diğer gruplar da ellerindeki çizim ile bu yapıyı karşılaştırmışlardır. Bu etkinlikle birlikte öğrencilerin modellerini yorumlama ve doğrulamalarının da gerçekleştirildiği görülmektedir. ÖA16' nın grupların modelleme yeterliklerini değerlendirme puanları Tablo 5.20' de sunulmuştur. Buna göre 4 grup yüksek düzeyde, 2 grup orta düzeyde modelleme yeterliği sergilemiştir. Benzer şekilde bu uygulamada da zorluk yaşanılan bir aşamanın olmadığı görülmektedir.

Tablo 5.20: ÖA16' nın Uygulamasına Katılan Grupların Modelleme Yeterliklerine İlişkin Bulgular

Ölçütler	**1.grup**	**2. grup**	**3.grup**	**4.grup**	**5.grup**	**6.grup**
Problem anlama	3	3	3	3	2	2
Basitleştirme/yapılandırma	3	3	3	3	2	3
Matematikleştirme	3	3	3	3	3	3
Matematiksel çalışma	3	3	3	3	2	2
Yorumlama	3	3	3	3	3	3
Doğrulama	3	3	3	3	3	3
Raporlaştırma	3	3	3	3	3	3
Toplam puan	21	21	17	21	20	17
Yeterlik düzeyi	**Yüksek**	**Yüksek**	**Orta**	**Yüksek**	**Yüksek**	**Orta**

5.3.17 ÖA17' nin Uygulamasına Katılan Grupların Modelleme Yeterliklerine İlişkin Bulgular

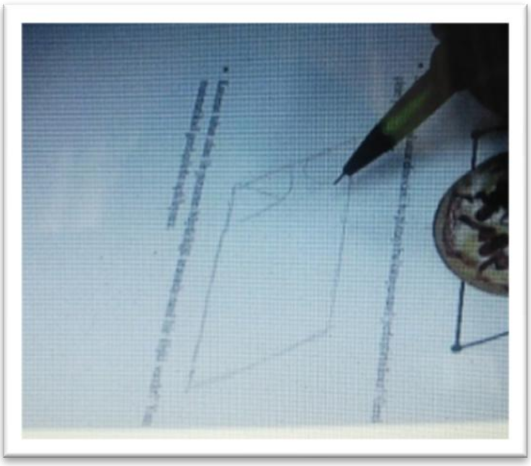
ÖA17, 7. sınıf matematik programından geometri öğrenme alanının, daire ve daire diliminin alanı alt öğrenme alanından belirlemiş olduğu "Dairenin ve daire diliminin alanını tahmin eder ve alan bağıntısı oluşturur." ve "Dairenin ve daire diliminin alanı ile ilgili problemleri çözer ve kurar." kazanımlarına göre hazırladığı ders planına uygun olarak öğretim gerçekleştirmiştir. Modelleme etkinliğinde öğrencilerin pizzayı kutuya yerleştirmeleri ve pizzanın büyüklüğü ile kutunun tabanı arasında bir ilişki kurmaları gerekmektedir.

ÖA17 çember ve daire arasındaki farkı öğrencilerin ayırt edip edemediklerini görmek amacıyla sınıfa bu konuda sorular sorarak derse başlamıştır.

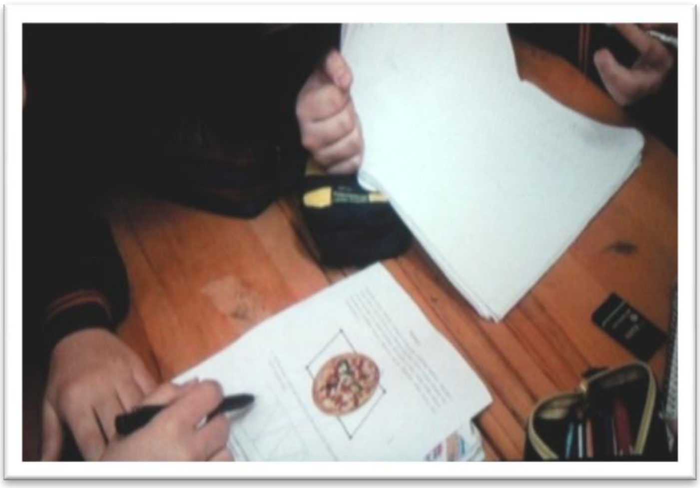
ÖA17: *çember nedir? Nasıl tanımlayabiliriz çemberi?*
Öğrenci1: *içi boş yuvarlak geometrik şekil.*
ÖA17: *peki, o halde daire nedir?*
Öğrenci2: *bu sefer de içi dolu yuvarlak geometrik şekil.*

ÖA17 bunun üzerine çember ve daireyi tahtada görselleştirerek tanımlamıştır. Öğrencilerin dörtgensel bölgelerin alanları ile ilgili bilgilere de sahip olduklarını gözlemledikten sonra problem durumunu öğrencilere açıklamayı tercih etmiştir. Modelleme etkinliğini tamamladıktan sonra bir çıkarıma ulaşmaları gerektiğini ifade etmiş ve gruplara çalışma kâğıtlarını dağıtmıştır. ÖA17 beklentisinin büyük olduğunu belirtmiş ve grupları etkinliği sonuçlandırabilecekleri konusunda cesaretlendirmiştir.

Etkinliğin yer aldığı çalışma kâğıtlarını alır almaz gruplar çalışmalarına başlamıştır. ÖA17, “paketi en güzel şekilde kullanmamız gerekiyor. Bir bütün olarak değil de pakette boş yer kalmayacak şekilde nasıl yerleştirirsiniz?” şeklinde belirttiği ifadelerle problem durumunun anlaşılmasına katkı sağlamak istemiştir. Ancak gruplar çoktan yerleştirme işlemlerine başlamıştır. Grupların çalışmaları gözlendiğinde paralelkenarın köşelerine daire dilimlerini yerleştiren gruplar olmuştur. 5. grup pizzadan kare şeklindeki parçayı çıkarıp geriye kalan kısımları kutunun içine yerleştirmeyi öne sürmüştür. Bir grupta öğretmen yardımı almadan doğru çizim yapıldığı gözlenmiştir.



Şekil 5.56: Grupların Çalışmalarından Örnekler-1



Şekil 5.57: Grup Çalışmalarından Örnekler-2

ÖA17: *anladık mı soruyu?*
Öğrenciler: *evet. Önce paralel kenar çizdik kutunun tabanı olarak. Yerleştirme işini düşünüyoruz.*

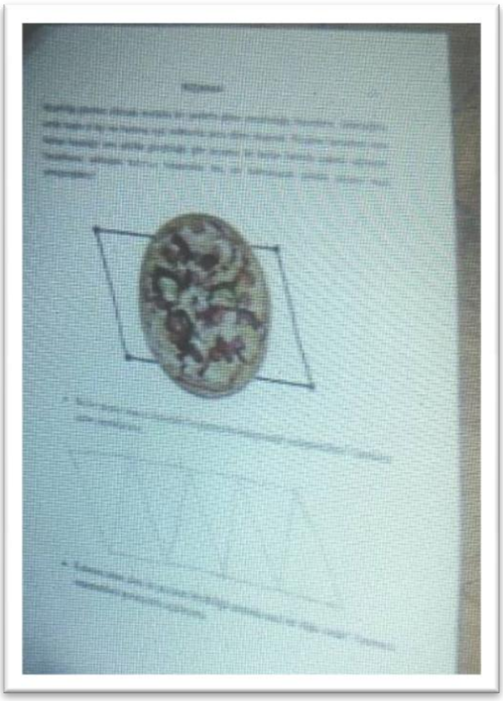
ÖA17 grup çalışmalarını yakından takip etmiştir. Grupların çalışmaları şöyledir:

2. grup

ÖA17: *pizzayı 8 eşit parçaya mı böldünüz?*
Öğrenciler: *evet*
ÖA17: *peki kutuya yerleştirin bakalım*
Öğrenci: *yerleşmiyor*
ÖA17: *nasıl yerleştirmeyi denediniz?*
Öğrenci: *köşelere yerleştirdik.*

Bir süre sonra ÖA17 tekrar yanlarına gitmiştir.

Öğrenci: *biz zigzag denedik ama altı şey oluyor.*
ÖA17: *zigzag nasıl oldu bir de öyle yapın.*
Öğrenci: *şöyle şöyle (zigzag şeklinde gösteriyor) ama altlar yuvarlak oluyor.*
ÖA17: *yuvarlak olabilir, problem değil. Maksimum düzeyde kutuyu nasıl doldurursunuz?*
Öğrenci: *o zaman 4' er tane bu tarafa 4' er tane o tarafa olacak*
Öğrenci: *altında birazcık boşluk kalacak*
Öğrenci: *eğer böyleyse çok basit bu soru*
Öğrenci: *aa altı oldu.*
Öğrenciler: *biraz daha büyüt*
ÖA17: *tamam bunu buldunuz da daha soru bitmedi. Yerleştirdiğiniz kutunun alanı ile pizzanın büyüklüğü arasında bir ilişki bulacaksınız. Paralelkenarın alanı için bize ne gereklidir?*
Öğrenci: $a.\ h_a$
ÖA17: *tamam, buradan bir sonuca ulaşın bakalım.*



Şekil 5.58: Grup Çalışmalarından Örnekler-3

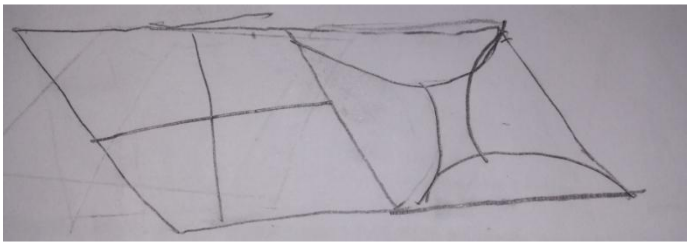
ÖA17: *ne yaptınız kutunun içini doldurarak? Matematikte bunun karşılığı ne?*

2. gruptan yanıt gelmeyince ÖA17 soruyu değiştirmiştir.

ÖA17: *siz kutunun içini doldurmadınız mı?*
Öğrenciler: *doldurduk.*
Öğrenciler: *alan*
ÖA17: *güzel, buna göre devam edin bakalım.*
Öğrenci: *360 bunun çevresi*
ÖA17: *360 ne?*
Öğrenci: *derece*
ÖA17: *sizi ilgilendiren kısım neresi?*
Öğrenci: *o zaman yarısı 180*
ÖA17: *derece dediğin şey ölçü birimi.*
Öğrenci: *başka bir şey aklımıza gelmedi.*
ÖA17: *kutunun içini niye doldurduk dediğimde alan dediniz. O halde sizin işiniz alanla, açı ölçüleri ile işimiz var mı?*
Öğrenci: *o zaman bunun alanı ile kutunun alanı eşit.*
ÖA17*: pizza neye benziyor?*
Öğrenciler: *daire*
ÖA17: *o zaman daire ile bildiklerinizi kullanın. Kutu ne?*
Öğrenciler: *paralelkenar*
ÖA17: *şimdi elinizde bir paralelkenar bir de daire var.*
Öğrenci: *ikisinin alanları eşittir birbirine.*

1. grup

ÖA17: *siz bu şekilde pizzayı parçaladınız. Başka ne şekilde yapabilirdiniz?*
Öğrenciler: *üçgensel şekilde parçalayabiliriz.*



Şekil 5.59: Grupların Çalışmalarından Örnekler-4

ÖA17: *tamam bir de o şekilde yapın.*
Öğrenci: *yalnız bu 6 parça, şu 2 parçayı da ekleyince kutuda boşluk kalıyor.*
ÖA17: *hımmm. Ama şöyle, kutuda hiç boş yer kalmayacak.*
Öğrenci1: *orayı 4lü de yapabilirsin*
Öğrenci2: *aaa evet.*

ÖA17, öğrencileri yönlendirmeden onlar kendi yanlışlarını fark etmiştir.

3. grup

Öğrenci: *hocam kutunun tabanı πr, burası da r ye eşit. Bir tek a' yı bulmamız kaldı.*
ÖA17: *a için πr diyorsunuz.*
Öğrenci: *evet aa bulmuşuz.*
ÖA17: *şimdi sizden istenen ne? Kutunun alanını bulmak.*
Öğrenciler: *tamam.*

...

Öğrenci: *hocam bulduk gibi.*
ÖA17: *ne yaptınız anlatın bakalım.*
Öğrenci: *burada r, h oluyor.*
Öğrenci: *h pizzanın yarıçapı oluyor.*
ÖA17: *peki 2πr olarak bulduğunuz şey nedir?*
Öğrenci: *hocam çevresi*
ÖA17: *çevreyi neye eşitlediniz? Bu formüller nedir?*

Öğrenci ilkine çevre ikincisine alan yazmıştır.

ÖA17: *peki alan ve çevre arasında nasıl bir bağlantı kurabilirsin? Şöyle terazinin bir tarafına alan bir tarafına çevre koymuşsunuz.*
Öğrenci: *o zaman …*
ÖA17: *kutunun alanı = pizzanın alanı yazmışsın bu doğru. h nin r ye eşit olduğu bulmuşsunuz, tamam, peki a nedir?*
Öğrenci*: kutunun tabanı*
ÖA17: *tek bilinmeyen olsun, h yi bulmuşsunuz, a yı da bulun, bitiyor.*

5. grup

ÖA17: *2πr neresi?*
Öğrenci: *tam çevresinin yarısı kutunun uzun kenarıdır.*
ÖA17: *h demişsiniz bir de.*
Öğrenci: *yükseklik*
Öğrenci: *paralelkenarın yüksekliği*
ÖA17: *neymiş paralel kenarın alanı peki?*
Öğrenci: *bu bir üçgenin tabanı ile yüksekliğinin çarpımı, bölü 2 dir. Üçgenin alanını bulduk. Sonra bu üçgenden 8 tane olduğu için 8 ile çarptık.*
ÖA17: *peki x nedir?*
Öğrenci: *burası, bir üçgenin tabanı*
ÖA17: *bir de 3r bulmuşsun orada*
Öğrenci: — *, bu alanı.*
Πr=3r, bu da çevresi.
ÖA17: *şimdi orada 3 tane değişken var. x ve h' den kurtulun. Tek değişkeniniz olsun.*
Öğrenci: *bilmiyoruz ki.*
ÖA17: *x' i başka türlü nasıl ifade edersiniz? r ya da h cinsinden mesela.*

4. grup

Öğrenci: *kutunun taban alanı* $a.h_a$ *dır.*
Öğrenci: *öyle değil ki o çevrenin yarısı*
Öğrenci: $a.h_a = 2\pi r$
ÖA17: *niye 2πr*
Öğrenci: *büyüklüğü o değil mi?*
ÖA17: *büyüklük ne demek sizin için?*
Öğrenci: *alanı*
ÖA17: *neyi neye eşitlediniz?*
Öğrenci: *paralelkenarın alanı ile çemberin çevresini*
ÖA17: *çevre ne demek?*
Öğrenci: *çevre pizzanın dış sınır çizgisi*
(dedikten sonra $a.h_a = 2\pi r$ *eşitliğinden sağ tarafı sildi ve onun yerine* $a.h_a = \pi r^2$ *yazdı.*
ÖA17: *peki, tamam, güzel, şimdi a ne? h ne? Tek bir bilinmeyeniniz olsun.*
Öğrenci: *buna göre yükseklikle yarıçap eşit oluyor.*
ÖA17: *tamam a yı da bul.*

Verilen süre sona erdikten sonra gruplar çözümlerini tahtada açıklamışlardır. Tartışma a değerinin hesaplanması ile ilgili görüşlerin bildirilmesi ve pizzanın yarı çevresine eşdeğer olduğu sonucuna ulaşana dek sürmüştür. Son olarak ÖA17 doğru çözümü tekrar açıklayarak dersi sonlandırmıştır.

Tablo 5.21: ÖA17' nin Uygulamasına Katılan Grupların Modelleme Yeterliklerine İlişkin Bulgular

Ölçütler	**1.grup**	**2.grup**	**3.grup**	**4.grup**	**5.grup**
Problem anlama	3	2	2	2	3
Basitleştirme/ Yapılandırma	3	3	3	3	3
Matematikleştirme	3	1	1	2	1
Matematiksel çalışma	3	2	2	2	2
Yorumlama	2	1	2	2	2
Doğrulama	2	1	1	2	1
Raporlaştırma	3	3	3	3	3
Toplam puan	19	13	14	16	15
Yeterlik düzeyi	**Yüksek**	**Orta**	**Orta**	**Orta**	**Orta**

ÖA17' nin grupların modelleme yeterliklerine ilişkin değerlendirme puanları Tablo 5.21' de yer almaktadır. Bu sonuçlara göre sadece 1 grup modelleme yeterliğini yüksek düzeyde sergileyebilmiştir. Diğer tüm gruplar ise orta düzeyde modelleme yeterliğine sahiptir. Ayrıca grupların daha çok matematikleştirme ve doğrulama aşamalarında zorlandıkları, yorumlamada ise zorluk yaşayan bir grubun olduğu görülmektedir.

5.4 Öğretmen Adaylarının Modellemeye Dayalı Öğrenme-Öğretme Uygulamalarına İlişkin Görüşme Verilerinden Elde Edilen Bulgular

Öğretmen adaylarının matematiksel modellemeye dayalı öğrenme-öğretme uygulamalarına ilişkin görüşleri önceden belirlenen üç tema altında incelenmiştir. Buna göre Tablo 5.22' de temalar ve bu temaları oluşturan alt temalara ait yüzde ve frekans dağılımlarına yer verilmiştir.

Tablo 5.22: Öğretmen Adaylarının Modellemeye Dayalı Öğrenme-Öğretme Uygulamalarına İlişkin Görüşlerine Ait Bulgular

Temalar	**Alt temalar**	**Frekans (f)**	**Yüzde (%)**
Öğretimi Planlama Sürecine İlişkin Görüşler	Araştırma Yapma	68	5
	Öğretimi Planlamada Dikkate Alınan Ölçütler	201	14
	Modelleme Etkinliklerinin Uyguma Sürecine Aktarımında İşe Koşulanlar	66	5
	Modellemeye İlişkin Görüşler	114	8
Toplam		**449**	**32**
Uygulama Sürecine İlişkin Görüşler	Matematik Öğrenmeye Katkıları	390	28
	Uygulayıcının Süreçteki Rolü	199	15
Toplam		**589**	**43**
Modellemeye İlişkin Tutumlar	Modellemenin Uygulanabilirliğine İlişkin İnançlar	149	11
	Modelleme Uygulamalarından Duyulan Zevk	89	7
	Modellemenin Kullanışlılığı	100	7
Toplam		**338**	**25**

Tablo 5.22 incelendiğinde öğretmen adaylarının görüşlerinin % 32' sinin öğretimi planlama süreci, % 43' ünün uygulama süreci ve % 25' inin modellemeye ilişkin tutumlar ile ilgili olduğu ortaya çıkmaktadır. Bunun yanı sıra her bir temada öne çıkan alt temalar olduğu görülmektedir. Alt temalara göre öğretimi planlama sürecinde dikkate alınan ölçütler, uygulama sürecinin öğrenciye katkıları, süreçte uygulayıcının rolü, modellemeye ilişkin inançlar ve modellemede kullanışlılık alt temalarının yüzde oranları yüksektir. Bu yüksek oranlara sahip alt temalarla birlikte durumu açıklayıcı olması amacıyla her bir alt tema öğretmen adayı görüşlerinden yapılan doğrudan alıntılarla detaylandırılmıştır.

Bu bölümde hazırlanan her tabloda her bir kategorinin kaç öğretmen adayı tarafından ifade edildiği ve buna göre 17 öğretmen adayı içerisinden yüzdesi verilmektedir. Bu nedenle toplam satırı eklenmemiştir.

5.4.1 Öğretimi Planlama Sürecine İlişkin Görüşler Temasına İlişkin Bulgular

Ulaşılan nitel veriler, öğretmen adaylarının öğretimi planlama sürecinde neler yaşadıkları konusunda bilgi sahibi olunmasını sağlamaktadır. Böylece öğretmen adaylarının öğretimi planlarken araştırma yaptıkları, etkinlikleri hazırlarken birtakım ölçütler göz önünde bulundurdukları, belirledikleri modelleme etkinliğini uygulama sürecine aktarırken neler yaşadıkları netlik kazanmaktadır. Tablo 5.23' te araştırma yapma alt temasını oluşturan kategorilere ilişkin yüzde ve frekans dağılımı yer almaktadır.

Tablo 5.23: Araştırma Yapma Alt Temasına İlişkin Yüzde ve Frekans Dağılımı

Kategoriler	**Frekans (f)**	**Yüzde (%)**
Modelleme örneklerini inceleme	17	100
Matematik konularını inceleme	12	71
Matematik kazanımlarını inceleme	12	71
Matematik ders kitaplarını inceleme	11	65
İnterneti kullanma	8	47
Matematik programını inceleme	6	35
Matematik eğitimi üzerine makale tarama	2	12

Öğretmen adaylarının araştırma yaparken matematik ders kitaplarını, matematik programını, matematik konularını, matematik kazanımlarını, modelleme örneklerini inceledikleri ve bu süreçte matematik eğitimi üzerine mevcut yayınları taradıkları ve interneti kullandıkları tespit edilmiştir. Araştırma yapma alt temasında 68 görüş bulunmaktadır. Bu görüşler içerisinde öne çıkan durum modelleme örneklerinin tüm öğretmen adaylarınca incelendiğinin belirtilmesidir. Bu yönde görüş bildiren üç öğretmen adayının görüşüne aşağıda yer verilmiştir:

ÖA9. *"modelleme örneklerini inceleyince Pick yasası etkinliğini uygulamaya karar verdim."*

ÖA2. *"7.sınıf kazanımlarından hangisinin modellemeye uygun olduğu konusunda mevcut modelleme örneklerini de göz önünde bulundurarak inceleme yaptım."*

ÖA3. *"modelleme örneklerini taradım ama uygun bir model oluşturma etkinliği bulamadım ve bu nedenle kendim etkinlik tasarlama yoluna gittim."*

Öğretmen adaylarının genelinde gözlenen diğer durumlar ise matematik konularının, matematik kazanımlarının ve matematik ders kitaplarının incelenmesidir. Her bir durumu örnekleyen görüşlere aşağıda yer verilmiştir:

ÖA12. *"model oluşturma etkinliğini hazırlama sürecinde matematik konularının modellemeye uygunluğunu araştırdım, kazanımları inceledim ve kazanımlara göre olarak konuyu belirledim."*

ÖA7. *"öğretimi planlama sürecinde ilk olarak konuyu belirledim. Sonra matematik ders kitabına paralel olacak şekilde neler yapabileceğimi düşündüm."*

ÖA10. *"önce konuları araştırdım, sonra kazanımlara baktım, hangi konuyu, hangi kazanımı daha iyi, daha kolay şekilde kavratabilirim diye düşündüm. Genellikle geometri alanı üzerine konular seçtim."*

Ayrıca matematik öğretim programını incelediğini ve interneti kullandığını belirtenler olduğu gibi 2 öğretmen adayı da matematik eğitimi üzerine makaleleri taramıştır.

ÖA11. *"internette araştırma yaparken operatör sorusuyla karşılaştım ve bir makalede yer alan modelleme örneğini inceledim."*

ÖA6. *"internette hep üst düzeyde modelleme uygulamalarına rastladım. Gerçekten üst seviyedeler çünkü türev, integral ağırlıklıydılar. Ben ilköğretim öğrencisiyle çalışacağım, o nedenle konuyu kendim belirledim. Koni olunca da ilk olarak bayrak aklıma geldi."*

Bu temaya ilişkin bir diğer alt tema ise öğretimi planlamada dikkate alınan ölçütlerdir. Bu alt temaya ilişkin kategoriler ve dağılımlar Tablo 5.24' te sunulmuştur.

Tablo 5.24: Öğretimi Planlamada Dikkate Alınan Ölçütler Alt Temasına İlişkin Yüzde ve Frekans Dağılımı

Kategoriler	**Frekans (f)**	**Yüzde (%)**
Programa uygun olması	17	100
Modellemeye uygun olması	17	100
Öğrenci seviyesine uygun olması	15	88
Günlük hayatta karşılaşılabilecek bir durum olması	15	88
Aktif katılım gerektirmesi	15	88
Öğretmen açısından kolay uygulanabilir olması	12	70
Anlaşılabilir olması	12	70
Görsel öğeler içermesi	11	59
Öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeylerine uygun olması	9	53
Gerekli ve yeterli düzeyde olması	8	47
Dikkat çekmesi	8	47
Özgün olması	6	35
Düşündürmesi	6	35
Kazanımlara uygun olması	5	29
Farklı bakış açıları kazandırması	5	29
İlgiyi sürdürmesi	5	29
Kolaydan zora ilkesine uygun olması	5	29
Yakın çevreden bir örnek olması	4	24
Sınıf düzeyine uygun olması	4	24
Yaratıcılığı geliştirmesi	3	18
Eğlenceli olması	3	18
Merak uyandırması	3	18
Sınav sistemine uygun olması	3	18
Sınıf mevcudunun uygun olması	3	18
Okulun alt yapısı/imkânlarının uygun olması	3	18
Sınıfın fiziki durumunun uygun olması	2	12
Sistem geliştirmeye elverişli olması	2	12

Öğretimi planlamada dikkate alınan ölçütlerin sayısı oldukça fazladır. Ancak çalışmaya katılan öğretmen adaylarının her birinin özellikle iki kategoriyi daha çok vurguladıkları görülmüştür. Öne çıkan kategoriler modellemeye uygunluk ve programa uygunluktur. Bu duruma örnek olması amacıyla aşağıdaki görüşlere yer verilmiştir.

ÖA1. *"model oluşturma etkinliğini tasarlarken 8. sınıf programından bir kazanımı tercih ettim. Çünkü modellemenin soyut düşünme ile ilgili olduğunu, üst sınıflarda soyut düşünme düzeyinin* *daha yüksek olacağını ve böylece etkinlikleri daha kolay yapacaklarını ayrıca bu sınıflarda uygulama yapmanın daha kolay olacağını düşünüyorum."*

ÖA14. *"öğretimi planlama sürecinde modellemenin uygulanabileceği model oluşturma etkinlikleri bulmaya çalıştım. Belirlediğim birkaç mevcut etkinliğin uygulanabilirliğini inceledim ancak özgün bir etkinlik hazırlamayı tercih ettim."*

ÖA11. *"öncelikle konuları modellemeye uygunluk açısından değerlendirdim. 8. sınıf öğrencileri SBS' ye hazırlandığı için de 6-7. sınıflar için kazanımları inceledim ve örüntüler konusunda karar kıldım."*

ÖA2. *"ilk önce kazanımımın modellemeye uygun olup olmadığını inceledim."*

Bu ölçütleri; öğrenci seviyesine uygunluk, günlük hayatta karşılaşılabilecek bir durum olması ve aktif katılım gerektirmesi takip etmiştir. Öğretmen adaylarının bu yöndeki görüşlerine örnek olması amacıyla aşağıdaki görüşler sunulmuştur.

ÖA12. *"öncelikle öğrencilerin seviyesine uygun bir şey yapmaya çalıştım."*

ÖA4. *"son olarak belirlediğim etkinlikte öğrencinin tamamen günlük hayatta karşılaşabileceği veya televizyonda dikkatini çekebileceğini düşündüğüm bir problem durumu vardı."*

ÖA16. *"ilk olarak alan yazında bulunan bir modelleme örneği kullanmayı düşündüm. Ancak vazgeçtim çünkü geometri alanından bir etkinliğin ya da konuların öğrencinin ilgisini daha çok çekeceğini, katılımın daha fazla olacağını ve problem durumu üzerinde severek çalışacaklarını düşünüyorum".*

Dikkate alınan ölçütleri öğretmen açısından kolay uygulanabilir olması, görsel öğeler içermesi, anlaşılabilir olması ve öğrencilerin hazırbulunuşluklarına uygun olması şeklinde bildirenlerin öğretmen adayların % 50' sinden fazlası olduğu görülmektedir. Bu duruma örnek olarak aşağıdaki görüşler sunulmuştur.

ÖA5. *"planı hazırlama sürecinde zorlanmadım ve en iyi şekilde uygulayabileceğim etkinliği seçtim."*

ÖA10. "açıkçası bilmediğim bir konuyu tercih etmektense hâkim olduğum bir konuyu tercih ederim diye düşündüm. Hazırladığım plan geometri alanı ile ilgiliydi. Geometri zaten çok sevdiğim bir ders, daha iyi oldu, içime sindi planım."

ÖA13. "*ilk planımı uyarlayamadım, açık değildi, ayrıca öğrencinin de hazır bulunuşluğuna uygun olması gerekiyor."*

ÖA11. *"İnternet araştırması sırasında fark ettiğmi operatör sorusunu 7. sınıf öğrencilerinin yapabileceğini düşündüm ve bu doğrultuda soruyu plana dâhil ettim."*

ÖA15. *"etkinliği hazırlarken öğrenciler tarafından anlaşılabilir olmasını dikkate aldım."*

ÖA2. *"öğrenci seviyesini dikkate aldım, öğrenciler tarafından anlaşılabilirliğine önem verdim."*

ÖA7. *"modellemenin geometri alanında ya da görsel konularda daha uygulanabilir olduğunu düşündüm ve bu durumu göz önünde bulundurdum."*

Gerekli ve yeterli düzeyde olması, dikkati çekmesi, özgün olması ve düşündürmesi ise % 35 ile % 47 arasında değişen yüzdelere sahiptir. ÖA12' nin görüşleri örnek olması amacıyla verilmiştir.

ÖA12. ""ilkinde olanı resmettiler, ikincisinde bütünü parçaladılar, üçüncüsünde yapı inşa ettiler. O nedenle hepsi gerekliydi ve yeterli düzeyde olduklarını düşünüyorum."

ÖA1. *"Etkinliği tasarlarken çoktan seçmeli test soruları hazırlamaktan kaçındım. Çünkü bu tarz soruları daha önceden görmüş öğrenciler için ilgi çekici olmayacağını düşündüm. Bu nedenle yeni bir şeyler tasarlama ihtiyacı duydum."*

ÖA3. *"amacım öğrencileri düşündürebilmek, daha çok düşündürebilmek ve tamamen 3 boyutlu bir bakış açısı kazandırmaktı."*

ÖA14. "özgün bir etkinlik hazırlamayı tercih ettim. Bunun için de "tahmin eder", "strateji kullanır", "yorumlar" gibi sözcüklerle biten kazanımları tercih ettim."

ÖA2. "dağcılıkla ilgili mevcut modelleme etkinliğni kullanmayı tercih ettim. Bu tercihimde etkinliğin öğrencileri hem uğraştıracağı hem de düşündüreceği fikri etkili oldu."

ÖA11 modelleme etkinliğinin tamamen orijinal olduğunu düşünmektedir. Bu düşüncesini *"okullarda yapılan bir etkinlik değil, kesinlikle değil. Çünkü okullarda yapılan şu: önce sayı örüntüleri verilir ya da işte küpler, şekiller verilir. Genel ifade ne kadar güç olursa olsun sonuçta adımlar doğrudan verildiği için çocuklar bulmakta zorlanmaz. Ama bu etkinlikte sayı yok, sayıları kendileri bulacaklar, dizimi kendileri oluşturacaklar, hiçbir veri tablosu yoktu. Çocukların kendilerinin bir sistem oluşturması, yeni ve orijinal fikirler geliştirmeleri gerekiyordu."* şeklinde ifade etmiştir. Ayrıca ÖA4 öğretimi planlarken sınıf mevcudu, okulun alt yapısı, sınıfın fiziki durumu gibi ölçütleri de göz önüne aldığını belirtmiştir. ÖA14 öğrencilerin içinde olduğu ya da yaşayabilecekleri durumlardan yola çıkarak modelleme etkinliğini hazırladığını ve öğrencilerin kendi sınıflarında parti düzenlemeleri fikrinin derse olan ilgiyi sürdüreceği düşüncesinde olduğunu ifade etmiştir. ÖA13 belirlediği kazanıma uygun bir etkinlik hazırlamaya özen gösterdiğini söylemiştir.

Öğretmen adayları öğretimi planlama sürecinde birtakım zorluklar yaşadıklarını belirtmişlerdir. Bu beklenen bir durumdur çünkü süreç uygun model oluşturma etkinliklerinin hazırlanmasını gerektirmektedir. Nitekim ilgili araştırmalar incelendiğinde de model oluşturma etkinliklerinin hazırlanması aşamasında bu tür durumların yaşandığı görülmektedir. Çalışmada ulaşılan nitel verilere göre, öğretmen adaylarının genellikle hazırladıkları modelleme etkinliklerini uygulama sürecine aktarmada zorlandıkları görülmüştür. Buna göre öğretmen adaylarının hazırlamış oldukları model oluşturma etkinliklerini uygulanabilir hale getirmek için neler yaptıklarına ilişkin bilgiye Tablo 5.25' ten ulaşılabilir.

Tablo 5.25: Modelleme Etkinliklerinin Uygulama Sürecine Aktarmada İşe Koşulanlar Alt Temasına İlişkin Yüzde ve Frekans Dağılımı

Kategoriler	**Frekans (f)**	**Yüzde (%)**
En uygun etkinliği seçme	14	82
Bütün ihtimalleri düşünme	12	71
Arkadaşlarıyla birlikte çalışma	8	47
Öğrencilerin yöneltebileceği sorulara hazırlıklı olma	7	41
Arkadaşlarının görüşlerini alma	5	29
Mevcut etkinliği genişletme/basitleştirme	4	24
Çeşitlendirme	4	24
Sınıf düzeyine uyarlama	4	24
Seçenekleri arttırma	3	18
Sınırlandırma	3	18
Uygulama sınıfını seçme	2	12

Bu tabloya göre en belirgin durumlar en uygun ekinliği seçme ve bütün ihtimalleri düşünmedir. Bu yönde görüş bildiren öğretmen adayının sayıca fazla olması, öğretmen adaylarının öğreimi planlamada sorumluluk aldıklarının bir göstergesi olarak verilebilir. Bu durumun tipik bir öerneğine ÖA1' in görüşlerinde rastlanmıştır. ÖA1 öğretimi planlama sürecinde zorlandığını ancak aynı zamanda modelleme görevi bulmak ve geliştirmekten de zevk aldığını şöyle ifade etmiştir:

"Bir modelleme görevi hazırlıyorsun. Acaba derste yaptığımız uygulamalara yakın mı, acaba oldu mu, daha güzel bir şeyler yapabilir miyim diye sürekli sorguluyor insan. Çocukların geliştirebileceği bir şey bulmak, geliştirmek, matematik dersinde uygulanabilir hale getirmek insanı biraz zorlasa da aslında keyif verici"

ÖA6 öğretimi planlama sürecinde zorlandığını ifade etse de sürecin kendisine olumlu yönde katkıları olduğunu vurgulamış ve süreçte yaşadıklarını *"planın her aşamasını en ayrıntılı şekilde düşündük, her detayı inceledik."* şeklinde kısaca açıklamıştır. ÖA13 ise öğrencilerin bazen çok farklı şeylere takılabildiklerini, kendisinin bile aklına gelmeyen sorular yöneltebildiklerini belirtmiş ve bu nedenle bütün ihtimalleri düşünüp ona göre etkinliğine son halini verdiğini söylemiştir.

Benzer şekilde öğrencilerin yöneltebileceği sorulara hazırlıklı olma ve arkadaşlarının görüşlerini alma diğer öne çıkan durumlardır. Bu durumların örnekleyen görüşler aşağıda sunulmuştur.

ÖA8. *"öğrencilerin etkinlik üzerinde çalışırken ne gibi sorular yöneltebileceği konusunda ve kazanımı belirlerken modellemeye uygun olup olmadığı konusunda tereddüt yaşadım. Ancak arkadaşlarımla birlikte çalışarak, onların düşüncelerinden yararlanarak bu durumun üstesinden geldim."*

ÖA4. *"arkadaşlarımla bilgi alışverişinde bulunarak öğretime hazırlandım, öğrencilerden gelebilecek sorular karşısında nasıl yanıtlar verilebileceği konusunda görüşlerini aldım."*

ÖA2. *"Süreyi ayarlayamıyordum. Uygulama yapan arkadaşlarımın deneyimleri sonucunda süreyi netleştirdim."*

Bunun yanısıra mevcut etkinliği genişletme/basitleştirme, çeşitlendirme, sınıf düzeyine uyarlama, seçenekleri arttırma ve sınırlandırma şeklinde görüş bildiren öğretmen adayları da bulunmaktadır. Bu bağlamda ÖA6 hazırladığı ilk etkinliklerin çok zor olduğunu ve nasıl basitleştirebileceği yönünde çok düşündüğünü belirtmiştir. ÖA9 etkinliğini düzenlerken şekilleri arttırarak verileri çeşitlendirme yoluna gittiğini söylemiştir. ÖA10 öğretimi planlarken kazanımları belirlemede ve öğrenci seviyesine indirmede zorluk yaşadığını belirtmiştir. Bu durumu *" hangi kazanımı modelleme için kullanabiliriz ya da ne tarz etkinlik hazırlarsak öğrencilerin düzeyine inmiş oluruz?"* sözcükleriyle açıklamıştır. Bu doğrultuda hazırlamış olduğu etkinliklerde öğrencilerin anlayabilecekleri düzeyde sınırlandırma yoluna gittiğini söylemiştir. ÖA12, etkinliğinin çok sayıda örnek içermesini *"bence yapılabilecek en güzel etkinliklerdi, sayıca üç etkinliğim vardı ve hepsi gerekliydi"* diyerek belirtmiştir. Son olarak uygulama yapacağı sınıfı kendi belirleyenlerden ÖA4 bu seçimini *"etkinliklerim çok basit değildi ve bu öğrencilerle daha iyi, uygun bir çalışma yapabileceğimizi düşündüm."* şeklinde görüş bildirerek açıklamıştır.

Çalışmanın bir diğer bulgusu olarak öğretmen adaylarının modellemeye ilişkin görüşlerinin de öğretimi planlama sürecinde etkili olduğu ortaya çıkmıştır. Bu doğrultuda öğretmen adaylarının ilk başta modellemenin uygulanabilirliği konusunda farklı düşüncelere sahip oldukları görülmüştür. Modellemeye ilişkin görüşler alt temasını oluşturan kategorilere ait yüzde ve frekans dağılımına Tablo 5.26' da yer verilmiştir.

Tablo 5.26: Modellemeye İlişkin Görüşler Alt Temasına İlişkin Yüzde ve Frekans Dağılımı

Kategoriler	**Frekans (f)**	**Yüzde (%)**
Öğrenci merkezli öğretim olması	17	100
Süreç ağırlıklı olması	17	100
Gerçek hayatın yorumlanması	17	100
Yenilikçi bir yaklaşım olması	16	94
Matematik derslerinde uygulanması gereken bir yöntem olması	15	88
Çağdaş öğretim yaklaşımlarından biri olması	12	71
Üst sınıflar için kullanımı uygun olması	10	59
Soyut düşünme gerektirmesi	9	53
Öğrencinin zihinsel olarak aktif olduğu bir süreç olması	1	6

Tablo 5.26’ ya göre 3 kategorinin tümüyle öğretmen adaylarının ortak düşüncesi olduğu görülmektedir. Bunlar öğrenci merkezli öğretim, süreç ağırlıklı olması ve gerçek hayatın yorumlanmasıdır. Örnek olması amacıyla aşağıdaki görüşlere yer verilmiştir. ÖA14 diğer öğretim yöntemlerine göre bir öğretmen olarak sadece rehberlik yaptığını belirtmiş ve bu yöntemin *“kesinlikle öğrenci merkezli”* olduğunu vurgulamıştır.

ÖA5. *“gerçek hayatın öğrenci tarafından problem durumuna dönüştürülüp yorumlanması.”*
ÖA2. “modelleme günlük hayatın öğrenci tarafından yorumlanması ve süreç ağırlıklı bir yöntem.”
ÖA1. “*bence çok iyi tasarlanmış modelleme uygulamaları derste öğrenilenleri çok daha kalıcı kılacaktır. Çünkü günlük hayatı yorumluyoruz.”*
ÖA15. “*öğretmen merkezli, bilgilerin takır takır verildiği bir yaklaşım değil. Öğrencileri bu yaklaşım içinde sürekli düşündürmek gerekiyor, etkinliklerde yer alan detayları görebilecekler mi bunlar beni düşündürdü.* sürecin bütünüyle öğrencinin kontrolünde ilerlediğini düşünüyorum.*”*

Yenilikçi bir yaklaşım olması, matematik derslerinde uygulanması gereken bir yöntem olması ve çağdaş öğretim yaklaşımlarından biri olması diğer öne çıkan durumlardır. Bu durumlar aşağıda verilen görüşlerle örneklenmiştir.

ÖA14. *“yenilikçi bir yaklaşım. Öğretmen ders dediğinde yere bakılır, tahtaya bakılır, ders böyle işlenir ama öğrenciler tavana baktılar, sınıfın içine otobüs yerleştirdiler. Bence bu bile değişimin bir göstergesi.”*
ÖA7. *“modelleme yenilikçi bir yaklaşım ve matematik derslerinde uygulanması gereken bir yöntem. Belli bir süreden sonra ne yapılmaya çalışıldığını, insana ne katmaya çalışıldığını anladım. Bakış açısını genişletiyor. 3-4 durumu bir arada düşündürmeyi amaçlıyor.”*
ÖA17. “her yönüyle önceki bildiğim yaklaşımlardan farklı.”
ÖA10. “*birçok konu için uygulanabileceğini gördüm. Bu şekilde öğretimin daha rahat olduğunu ve matematik derslerinde kesinlikle uygulanması gereken bir yöntem olduğunu düşünüyorum”.*
ÖA12. “*modelleme bence matematikte yeni bir çığır açıyor, matematik eğitiminde yeni bir yöntem.”*

Bunun yanı sıra üst sınıflar için kullanımının uygun olduğunu belirten öğretmen adayları da çoğunluktadır. Örnek olması amacıyla ÖA7 ve ÖA12’ nin görüşleri sunulmuştur.

ÖA7. *“modellemenin üst sınıflar için uygun olduğunu düşünüyorum.”*
ÖA16. “ilk başta modellemenin üst sınıflar için daha uygun olduğunu, bu etkinlikleri ancak lise öğrencilerinin anlayabileceğini ve yapabileceğini düşündüm.”

Bir öğretmen adayı ise modellemeyi öğrencilerin zihinsel olarak aktif olduğu bir süreç olarak tanımlamıştır. Bu düşüncesini ise “*normalde de grup çalışması yaparsın, etkinlik dağıtırsın farklılık olsun diye ama modelleme sadece eğlence ya da grup çalışmalarını etkin kılma amaçlı bir şey değil. Öğrenci süreçte hem bildiklerini kullanıyor, var olan bilgilerine yenilerini ekliyor hem de konuya daha çok hâkim* *oluyor." şeklinde belirterek açıklamıştır.* ÖA6' nın bu görüşe sahip olması onun bilinçli bir uygulayıcı olduğunu göstermektedir.

5.4.2 Öğretimi Uygulama Sürecine İlişkin Görüşler Temasına İlişkin Bulgular

Bir diğer görüşme bulgusu modellemeye dayalı öğretimin matematik öğrenmeye katkılarıdır. Modellemeye dayalı öğretimin matematik öğrenmeye katkıları oluşturan pek çok kategoriye ulaşılmıştır. Bu kategorilere ilişkin betimsel istatistiklere Tablo 5.27' de yer verilmiştir. Tablo 5.27 incelendiğinde başarma duygusunu yaşama, aktif katılım, farklı çözümlerin görülmesi, yeni fikirlerin ortaya çıkması ve yaratıcı düşünmeyi geliştirme kategorilerinin sağlandığı konusunda öğretmen adaylarının hem fikir olduğu ortaya çıkmaktadır. Öğretmen adaylarının görüşlerinden yapılan örneklerle bu kategoriler desteklenmiştir.

ÖA17. "*öğrenciler sürece dâhil olur olmaz çok farklı fikirler çıkmaya başladı, öğrenciler daha yaratıcı, daha farklı şeyler düşünüyorlar. Modelleme onları düşünmeye yönlendiriyor."*

ÖA14. *"çocukların kendilerinin bir şeyler üretmeleri, farklı çözümler elde etmeleri çok güzel, ben bunu yapamam diyen olmadı, herkesin bir katkısı oldu, çok uçuk fikirler de vardı. Kolonları işin içine kattılar, sınıfa otobüs yerleştirdiler, gayet yaratıcı fikirler ortaya çıktı. Çocuklar gayet güzel çıkarımlarda bulundular."*

ÖA5. *"burada öğrenciler çalışmalarında kendi başlarına kalıyorlar böylece daha aktif olduklarını düşünüyorum."*

ÖA1. *"hiç beklemediğim bir yanıtla karşılaştım, böyle bir düşünce geliştirmeleri hoşuma gitti. Yeni fikirlerin ortaya çıkmasından memnun kaldım."*

ÖA7. *"sınav sistemini de dikkate alarak hazırlamış olduğum etkinlikler öğrencilerin bilgilerini pekiştiridi. Bu tarz soruları sınavda kaçırabileceklerini düşünmüyorum. Ssınıfta %80 başarı sağlanabileceğine inanıyoum."*

Bu kategorilerin yanı sıra genellemelere ulaşma, birbirlerinden öğrenme, işbirlikli çalışma, matematiğin daha anlaşılır hale gelmesi, eğlenerek öğrenme, hataları fark etme ve matematik dersini sevme kategorilerinin de belirgin bir yüzdeye sahip olduğu görülmektedir. Bu konuda bildirilen görüşlere örnek olması amacıyla aşağıdaki görüşlere yer verilmiştir.

ÖA13. *"öğrencilerin uygulamaları çok sevdiklerini, etkinlikleri çözmeye istekli olduklarını, eğlenerek öğrendiklerini, farklı bir tecrübe yaşadıklarını ve bu şekilde öğrendiklerini daha iyi anlamlandırabildiklerini ve matematik korkusunun ortadan kalkabileceğini düşünüyorum."*

ÖA10. *"bu şekilde öğretim ile öğrencilerin akıl yürütebildiklerini, genellemelere kendilerinin ulaştıklarını, matematiğin daha kolay, daha anlaşılır hale geldiğini gördüm."*

ÖA9. "*herkes tüm etkinlikleri tek tek yaptı, buldukları sonuçları grup içinde kontrol ettiler. En çok genellemeye ulaşacakları kısım üzerine konuşuldu. Kafa kafaya veriler, hatta oturmadılar."*

ÖA8. "*işbirliği içinde çalıştıkları için birbirlerinden öğrenme fırsatı doğuyor."*

Tablo 5.27: Matematik Öğrenmeye Katkıları Alt Temasına İlişkin Yüzde ve Frekans Dağılımı

Kategoriler	**Frekans (f)**	**Yüzde (%)**
Başarma duygusunu yaşama	17	100
Aktif katılım	17	100
Farklı çözümlerin görülmesi	17	100
Yeni fikirlerin ortaya çıkması	17	100
Yaratıcı düşünmeyi geliştirme	17	100
Genellemelere ulaşma	16	94
Birbirlerinden öğrenme	16	94
İşbirlikli çalışma	15	88
Matematiğin daha anlaşılır hale gelmesi	15	88
Eğlenerek öğrenme	14	82
Hataları fark etme	14	82
Matematik dersini sevme	14	82
Matematik dersinden zevk alma	13	76
Öznel bilgi oluşturma/yapılandırma	13	76
Çok boyutlu düşünme	13	76
Sorgulama becerisi kazanma	13	76
Düşüncelerini özgürce savunabilme	13	76
Kalıcı öğrenme	12	71
Eleştirel düşünme	11	65
Özgüven geliştirme	10	59
Motivasyon	10	59
Anlamlandırma	9	53
Cesaret kazanma	9	53
Dersle ilgili olma	8	47
Sınıf içi etkileşimin artması	8	47
Farklı bir deneyim yaşama	7	41
Üst düzey düşünme becerisini geliştirme	7	41
Bakış açısı geliştirme	6	35
Anlaşılmayan durumlarda rahatlıkla soru yöneltebilme	6	35
Etkinlikleri çözmeye istekli olma	5	29
Hevesle çalışma	4	24
Tartışma yoluyla öğrenme	4	24
Merak duygusu uyandırma	3	18
Yaparak yaşayarak öğrenme	3	18
Zihinsel süreçleri kullanma	3	18
Yorumlama becerisi geliştirme	3	18
Tahmin yürütme becerisi kazanma	2	12
Matematik bilgilerini örgütleme	2	12
Matematik bilgilerini pekiştirme	2	12
Matematiği diğer disiplinlerle ilişkilendirme	1	6
Soyut bilginin somutlaştırılması	1	6

Matematik dersinden zevk alma, öznel bilgi oluşturma/yapılandırma, çok boyutlu düşünme, sorgulama becerisi kazanma, düşüncelerini özgürce savunabilme açısından katkıların da bulunduğu % 76' lık ifade edilme oranı ile ortaya konmaktadır.

ÖA10. *"hem öğrenciler hem de öğretmen açısından ders daha zevkli geçiyor."*

ÖA8. "*kendi bilgilerini oluşturdukları için daha kalıcı öğrenme sağlanacağını düşünüyorum.*"

ÖA2. "*etkinliği sunar sunmaz hocam biz çözdük demelerini değil soruyu sorgulamalarını ve kendilerinin anlamlandırmalarını, yanlış yaptılarsa bile hayır burada bunu demek istiyor demelerini istiyordum ki öyle de oldu.*"

ÖA16. "*öğrenci açısından da zevkli bir ders işleniyor, onları düşünmeye sevk eden, olaylara farklı açılardan bakabilmelerini sağlayan ve düşüncelerin özgürce savunabildikleri bir ortam var.*"

ÖA3. "bir etkinliğin 2 yanıtı vardı ve bunu bir grup buldu. Grubun çözümünü sonuna kadar savunduğunu görmek hoşuma gitti, böyle bir durumu beklemiyordum."

ÖA4. "*üst düzey düşünme becerilerini geliştiriyor. Mesela öğrenciler genellemelere kendileri ulaşıyor, öznel bilgilerini oluşturuyorlar.*"

Kalıcı öğrenme, eleştirel düşünme, özgüven geliştirme, motivasyon ve anlamlandırma kategorileri de çoğunluktadır. Aşağıda bu kategorileri örneklemek amacıyla görüşler sunulmuştur.

ÖA6. "*uygulamalar esnasında formül kullanarak problem durumunu çözümleyemediklerini gördüler. Bunun üzerine problem durumunda yer alan değişkenlerin ve tablodaki verilerin üzerinden tekrar geçtiler. Böylece daha iyi öğrendiler, öğrendiklerini anlamlandırdılar.*"

ÖA14. "öğrencilere eleştirel düşünme kazandırılıyor."

ÖA12. "*uygulamaların öğreticiliği gerçekten yüksek. Bu şekilde matematik bilgilerini daha iyi anlamlandırabiliyorlar*"

ÖA14. "*modelleme ile matematik ezberden çıkmış oluyor artık, formüller, bilgiler yığını da olmuyor. Sınıfta parti olması bile matematiğin konusu haline geldi. Günlük hayata uygun olduğu için matematik daha iyi anlaşılıyor, daha kalıcı oluyor. Bu derste öğrendiklerini asla unutmazlar.*"

ÖA2. *"sonucun ne çıkacağını merak ettiler, çözümlerini sunarken kendi yaptıklarının doğru ya da yanlış olduğunu kesin bir dille anladılar. Doğruysa bu daha çok kuvvetlendi, özgüvenleri gelişti."*

Dersle ilgili olma, sınıf içi etkileşimin artması, farklı bir deneyim yaşama ve üst düzey düşünme becerisini geliştirme kategorilerine ilişkin öğrencilerin görüşlerinden örnekler şöyledir:

ÖA8. "*bence öğrenciler çok büyük zevk alıyor hem de farklı bir deneyim yaşıyorlar. Öğrenciler beklediğimden daha ilgiliydiler.*"

ÖA4. "*öğrenciler üst düzey düşünme becerilerini geliştiriyor.*"

ÖA16. "*öğrenicinin derse ilgisini çekmede etkileşim arttırılmalı, modelleme de bunu sağlıyor.*"

Bakış açısı geliştirme, anlaşılmayan durumlarda rahatlıkla soru yöneltebilme, etkinlikleri çözmeye istekli olma, hevesle çalışma, tartışma yoluyla öğrenme kategorilerine ilişkin olarak ÖA11 sınıf tartışmalarının öğrencilerin öğrenmelerinde pay sahibi olduğunu belirtmiş ve bu düşüncesini *"zaten buna çok şaşırdım, hiç beklemiyordum böyle bir durumu. Sınıf içerisinde öğrencilerin birbirlerini eleştirmesi o kadar adil ve o kadar seviyeli idi ki. Bir grup hatasını fark etti, ama hevesleri kırılmadı. Kesinlikle yapılan eleştirilere kimse kırılmıyor, aksine yapılan yorumlara baktığımızda birbirimizden çok şey öğrendik cümlesini kurdular ders bitiminde."* şeklinde belirtmiştir. Örnek olması amacıyla 3 görüşe yer verilmiştir.

ÖA7. *"öğrenciler anlaşılmayan durumlarda rahatlıkla soru yöneltebildiler, tartışma yoluyla öğrendiler."*

ÖA2. "*gözlemlediğim kadarıyla hepsi çalıştı, grup olma sorumluluğu vardı. Gruplar işbirliği içinde canla başla çalıştılar."*

ÖA3 "*Tamamen bir dengesizlik yaşanıyor, zihinsel süreçler etkin şekilde kullanılıyor. Her şeyi kendileri yapıyor, ben hiçbir bilgi sunmadım. O açıdan daha iyi olduğunu düşünüyorum. Bir de öğrenci yaptığını daha iyi öğreniyor, bakış açıları gelişiyor."*

Modellemenin öğretmene de katkıları olduğu konusunda ÖA3, ÖA5, ÖA6, ÖA7, ÖA11, ÖA13 ve ÖA16 durumu öğretmen açısından değerlendirmiştir. Örneğin,

ÖA3. *"benim açımdan da dönüt alma anlamında iyi bir uygulama oldu. Öğretmen odaklı ders işleseydim hatalarımı göremeyebilirdim. Sıkılmadan dersi devam ettirebiliyorum."*

ÖA13. *"modellemeye dayalı öğretimin oldukça ekonomik olduğunu, ne bilgisayara ne de materyale ihtiyaç duyulduğunu, öğretmenlerin yaptıkları işten zevk almalarını sağladığını düşünüyorum."*

Buradan hareketle öğretmen adaylarının süreçteki rolüne de dikkat çekildiği görülmektedir. Tablo 5.28' de uygulayıcının süreçteki rolü kategorisine ilişkin yüzde ve frekans dağılımları sunulmuştur.

Tablo 5.28: Uygulayıcının Süreçteki Rolü Alt Temasına İlişkin Kategorilere Ait Yüzde ve Frekans Dağılımı

Kategoriler	**Frekans (f)**	**Yüzde (%)**
Problem durumunu sunma	17	100
Gerekli açıklamaları yapma	17	100
Öğrenciler hakkında bilgi sahibi olma	17	100
Düşünmeye teşvik etme	12	71
Grup çalışmalarını yakından izleme	12	71
Grupları oluşturma	12	71
Öğrencilerle iyi iletişim kurma	12	12
Sorgulatma	10	59
Öğrenci merkezli ortam sunma	10	59
Her türlü duruma hazırlıklı olma	9	53
Öğrencilerden gelebilecek sorulara yanıt verme	9	53
Yönlendirilmiş keşif için ortam sunma	8	47
Süreyi etkili şekilde kullanma	7	41
Grup sayısını belirleme	7	41
Tartışmayı yönetme	7	41
Rehberlik etme	5	29
Yüksek başarı beklentisi içinde olma	5	29
Kritik noktalara dikkat çekme	4	24
Grup çalışmalarını yönetme	4	24
Öğrencilerin düşüncelerini açıklamalarına fırsat verme	4	24
Öğrencileri çalışmalarında cesaretlendirme	3	18
Özgür bir düşünme ortamı sunma	3	18
Sınıfı öğretime hazırlama	3	18
İpucu verme	2	12

Problem durumunu sunma, gerekli açıklamaları yapma ve öğrenciler hakkında bilgi sahibi olma kategorilerinin tüm öğretmen adaylarınca belirtildiği görülmektedir. Örneğin,

ÖA5. *"ölçeğin ne anlam ifade ettiği konusunda gerekli açıklamayı yaptıktan sonra harita üzerinde kendi materyallerini kullanarak ölçüm yaptılar. Ben sadece takıldıkları yerde, anlamadıkları yerde yardımcı oldum. Bazı öğrencilerin kira bedelini göz ardı ettiklerini gözlemledim. Onlara problem durumunu sorgulatarak kritik noktalara dikkat çekmelerini sağladım."*
ÖA12. *"uygulama sınıfım staja gittiğim sınıf dolayısıyla öğrencilerin seviyesini, derste nasıl olduklarını biliyordum."*
ÖA4. "*öğrencilere problem durumunu sundum, takıldıkları noktalarda yardımcı oldum."*
ÖA7. "*ben sadece problem durumunu onlara sundum, anlaşılmayan durumlarda gerekli açıklamalar yaptım ve süreci tamamlamalarında rehberlik yaptım."*

Ayrıca ÖA16 grupların çalışmalarını elinden geldiğince takip ettiğini, hepsiyle tek tek ilgilendiğini belirtmiştir. Çözümlerin tartışılması kısmında öğrencilerin düşüncelerini paylaştıkları, kendi çözümlerini kontrol ettikleri ve böylece daha etkileşimli, daha iyi, kalıcı öğrenmenin gerçekleştiği bir ortam oluşmasına gayret ettiğini ifade etmiştir.

5.4.3 Modellemeye İlişkin Tutumlar Temasına İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının görüşlerinden elde edilen nitel veriler incelendiğinde modellemenin uygulanabilirliğine ilişkin inançlara, modelleme çalışmalarından zevk almaya ve modellemenin kullanışlılığına yönelik başlıklar ortaya çıkmıştır. Bu başlıklar alan yazında yer alan Lim, Tso ve Lin' in (2009) çalışmasında ifade ettiği gibi tutumlar teması altında toplanmıştır. Buna göre tutumlar temasını oluşturan bu başlıklar (alt temalar) ve ilgili kategorilerle birlikte Tablo 5.29, Tablo 5.30 ve Tablo 5.31' de verilmiştir.

Tablo 5.29: Modellemenin Uygulanabilirliğine İlişkin İnançlar Alt Temasına İişkin Kategorilere Ait Yüzde ve Frekans Dağılımı

Kategoriler	**Frekans (f)**	**Yüzde (%)**
Mutlaka kullanılmalı	17	100
Her konu için kullanılmayabilir.	14	82
Uygulanabilir ama sürekli değil	12	71
Kesinlikle kullanırım.	12	71
Sınıf mevcudu 30-40 olmalı	8	47
İyi planlanma gerektiriyor	8	47
Geometri konuları için elverişli	7	41
Zaman alıcı olabilir	7	41
Sınıfın fiziki durumu etkili	6	35
Mevcut sınav sistemi uygulanabilirliği etkilemektedir.	6	35
Kalabalık sınıflarda uygulanması zor.	5	29
Temel bilgiler verildikten sonra uygulanmalı	5	29
Etkinlikler dikkatli hazırlanmalı	5	29
Farklı bir öğretim yöntemi	4	24
Süre iyi ayarlanmalı	4	24
Cebir konuları için elverişli	3	18
Her kazanım için uygun olmayabilir	3	18
Bazı konularda sürecin başında uygulanmalı	3	18
Hazır etkinlikler ile uygulanması daha rahat olur	3	18
Her sınıf düzeyinde uygulanır	3	18
Öğrenci seviyesi iyi olmalı	2	12
Her konuda iyi etkinlik hazırlanabilir	2	12
Öğrencilerin bu tür uygulamalara ihtiyacı var	2	12
Her kazanım için uygulanabilir	2	12
Ünite sonlarında kullanılmalı	2	12
Farklı fikirler ortaya çıkması açısından kalabalık sınıflarda uygulanabilir	1	6
Başarılı bir sınıf olması gerekmiyor	1	6
Matematiğin her öğrenme alanına uygulanabilir	1	6
Her konu için uygulanması teorik bilgi gerektirir.	1	6

Tablo 5.29 incelendiğinde modellemenin tüm öğretmen adaylarınca mutlaka kullanılması yönünde görüş bildirdiği ortaya çıkmaktadır. Bu kategoriyi her konu için kullanılmayabilir, uygulanabilir ama sürekli değil ve kesinlikle kullanırım kategorileri takip etmektedir. Bu durumu örnekleyen görüşler aşağıda sunulmuştur.

ÖA11. *"öğretmenlik yaşantımda modellemeye kesinlikle yer vereceğim."*

ÖA2. *"derslerimde modellemeye mutlaka yer vermeyi düşünüyorum."*

ÖA9. *"modelleme derslerde mutlaka uygulanmalı, 2-3 haftada bir kesinlikle olmalı."*

ÖA1. *"her konuda bunu uygulama şansın yok zaten. Hiç uygulayamayacağın konular da çıkıyor bazen."*

ÖA7. *"her konuda kullanılmasına ihtiyaç duyulmayabilir ancak bazı konularda daha etkili olabileceğini düşünüyorum."*

ÖA10. *"haftalık 4 saatin 1 saatinde modelleme etkinlikleri mutlaka olmalı."*

ÖA12. *"bir matematik dersinin modelleme etkinlikleriyle yürütülebilmesi mümkün ama her konu için modelleme yapılamaz."*

Sınıf mevcudu 30-40 olmalı, iyi planlanma gerektiriyor, geometri konuları için elverişli ve zaman alıcı olması ve cebir konuları için elverişli olması kategorileri de öne çıkan diğer kategorilerdir. Bu konuda örnek olarak,

ÖA1. *"mümkün olsa aslında tüm matematik derslerini böyle anlatsak ama öğretmenler için programı yetiştirme zorunluluğu var. Modelleme bazen zaman alıcı bir süreç."*
ÖA10. *"Geometri alanında daha rahat uygulayabileceğime, öğrenciler için daha zevkli olacağına inanıyorum. Bence 30-35 kişilik bir sınıf ideal."*
ÖA12. "Özellikle geometri alanının modellemeye çok uygun olduğunu düşünüyorum. Aslında matematiğin her bir öğrenme alanında yapılabilir ama çok zaman alabilir."
ÖA14. *"belki daha uzun zaman alır ama yine de uygulanabileceğine inanıyorum."*
ÖA9. *"Modellemeye geometri ağırlıklı derslerde yer vermeyi düşünüyorum. Her konu için uygulamak teorik bilgi gerektiriyor."*
ÖA15. *"modelleme her konuda uygulanabilir. Geometri için daha kolay uygulanabileceğini düşünüyorum. Ama diğer alanlarda da kullanılabilir. Örneğin cebir alanı daha soyut, konuların somutlaştırılmasında etkili olabilir."*

Tablo 5.29' da sınıfın fiziki durumu, mevcut sınav sistemi, kalabalık sınıflarda uygulanmasının zor olması, temel bilgiler verildikten sonra uygulanması, etkinliklerin dikkatli hazırlanması, her konuda uygulanması için teorik bilgi gerektirmesi ve sürenin iyi ayarlanması gibi uygulanabilirliği ortaya koyan kategoriler de bulunmaktadır. Örneğin,

ÖA7. *"uygulanabilirlik için öğrencilerin konu hakkında bilgi sahibi olmaları gerekiyor. Kalabalık sınıflarda uygulanması biraz daha zor olabilir. Okulun imkânları da önemli, uygulama sınıfı modelleme için elverişli olmalı."*
ÖA10. "*etkinliklerin dikkatli seçilmesi gerekiyor, öğrencilerin seviyesine göre, mesela yeterliliğimize göre seçilmesi gerekiyor."*
ÖA16. *"Çocuğun seviyesine uygun etkinliklerin hazırlanması ile uygulanabilir."*
ÖA9. *"Her konu için uygulamak teorik bilgi gerektiriyor."*
ÖA6. *"öncelikle ana konuya çocukların hakim olması gerekiyor. Belli konular verildikten sonra hem öğrenilenlerin pekiştirilmesi hem de matematiğin sevdirilmesi için etkili bir öğretim şekli."*
ÖA5. "*Her öğrenci yapabilir ama iyi bir temele sahip olmaları gerekiyor. Sınıf mevcudu uygulanabilirliği etkiler ve bir de SBS var tabi."*
ÖA3. "*SBS tamamen kalkarsa iyi olur çünkü modelleme ile tamamen çelişiyor, öğrencileri birbirleriyle yarıştırıyor. Burada tamamen öznel bilgisini oluşturan, bilgiyi kendi yapılandıran öğrenci olduğu için tezatlık var."*

Bunun yanı sıra modellemenin uygulanması konusunda öğretimin farklı aşamalarına değinen ve her kazanım için, her sınıf düzeyi için uygulanabileceğini belirten öğretmen adayları da bulunmaktadır. Örneğin,

ÖA7. "*üzerinde düşünülürse her kazanım için bir modelleme uygulaması hazırlanabilir."*
ÖA5. *"modelleme matematiğin her konusunda uygulanabilir."*
ÖA14. *"konuya başlarken de yapabilirim veya iki üniteyi birleştirip böyle bir uygulama yapabilirim, yani kullanırım kesinlikle. 6,7,8 her sınıf düzeyinde kullanılabilir."*
ÖA9. *"birkaç konu bittikçe, hani ünite sonlarında uygulanmalı."*

ÖA17. *"sürecin başında yapılması bence ideal olan. Öğretmenliğimin ilk yıllarında 3-4 defa uygularım belki ama ileriki yıllarda kendimi geliştirip daha fazla yer verebilirim."*

Öğretmen adayları ileride meslek yaşantılarında modellemeye hangi durumlarda ve nasıl yer vereceklerine ilişkin pek çok görüş bildirmişledir. Bu görüşler incelendiğinde ortak bir düşünce olarak uygulanabilirliği etkileyen birtakım faktörler olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu faktörler mevcut sınav sistemi, öğretmenin program yetiştirme zorunluluğu, iş yükü, okulun alt yapısı ya da sınıfın fiziki koşulları, öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeyleri, matematik konularının fazlalığı, sınıf mevcudu, matematik dersi için ayrılan süredir. Öğretmen adayları bu faktörlerle birlikte modellemenin uygulanması için yapılabilecekler konusunda görüş ve önerilerini sunmuşlar ve derslerinde modellemeye dayalı öğretim gerçekleştireceklerini bildirmişlerdir. Öğretmen adaylarının bu yönde görüş bildirmelerinde, uygulamalar esnasında ve sonrasında yaşadıkları duyguların da etkili olduğu söylenebilir. Bu duruma açıklık getirmek amacıyla Tablo 5.30 hazırlanmıştır.

Tablo 5.30: Modelleme Uygulamalarından Duyulan Zevk Alt Temasını Oluşturan Kategorilere Ait Yüzde ve Frekans Dağılımı

Kategoriler	**Frekans (f)**	**Yüzde (%)**
İlgiyle dersi sürdürme	14	82
Güzel bir deneyim yaşama	13	76
Dersin zevkle işlenmesi	12	71
Öğrenci çalışmalarından hoşnut olma	12	71
Uygulanabilirliğin rahat olması	11	65
Güzel vakit geçirme	10	59
Öğrenci çalışmalarından dönüt alma	8	47
Mesleğinden zevk alma	5	29
Öğretime hazırlanmanın keyif vermesi	4	24

Tablo 5.30 incelendiğinde öğretmen adaylarının yaşamış oldukları deneyim esnasında ve sonrasındaki duygularını ifade ettikleri görülmektedir. Modellemenin uygulanabilirliği için bu ifadelerin görüşlerde yer bulması memnun edici bir durumdur. Bununla birlikte modellemenin öğretmen adayları için de olumlu yönde katkılar sunduğu ortaya konmuştur. Görüşler incelendiğinde ÖA7 modellemenin uygulanabilirliğine olan inancını deneyimleyerek de gözlemlediğini söylemiştir. ÖA5 öğretmen açısından uygulanmasının rahat olduğunu, burada öğrencilerin çalışmalarında kendi başlarına kaldıklarını böylece daha aktif olduklarını ifade etmiştir. ÖA1 hiç beklemediği bir yanıtla karşılaştığını, böyle bir düşünce geliştirmelerinin hoşuna gittiğini, yeni fikirlerin ortaya çıkmasından memnun

olduğunu belirtmiştir. ÖA16 durumu *"Ben de bir şeyler öğrendim böylece."* sözcükleriyle açıklamıştır. ÖA16 modellemeye dayalı öğretimin öğretmen açısından da rahatlıkla uygulanabilir olduğunu belirtmiştir. Bunun yanı sıra öğrenciler ve öğretmen arasındaki etkileşimin arttırdığına da değinmiştir. ÖA10 hem öğrenciler hem de öğretmen açısından dersin daha zevkli geçtiğini, matematiğin daha kolay, daha anlaşılır hale geldiğini, güzel bir deneyim yaşadığını ve harcadığı emeğe değdiğini belirtmiştir.

ÖA13 modellemeye dayalı öğretimin oldukça ekonomik olduğunu, ne bilgisayara ne de materyale ihtiyaç duyulduğunu, öğretime hazırlanmanın keyif verdiğini, bu şekilde öğrencilerin derse olan ilgilerinin arttığını, matematik dersinde başarının artacağını ve öğretmenlerin yaptıkları işten zevk almalarını sağlayacağını belirtmiştir. ÖA17 öğrencileri kendisi yetiştireceği için daha etkili olacağı yönünde görüş bildirmiştir. ÖA9 ilk başta modellemenin uygulanabilirliği konusunda olumsuz yönde görüşlerinin olduğunu ancak uygulamadan sonra güzel bir deneyim yaşadığını, dersten ve mesleğinden zevk aldığını dolayısıyla görüşlerinin olumlu yönde değiştiğini belirtmiştir. ÖA10' da benzer şekilde modelleme ile ilgili düşüncelerinin uygulama sonrasında olumlu yönde değiştiğini ifade etmiştir.

Elde edilen nitel veriler doğrultusunda ortaya çıkan diğer kategorilere örnek teşkil etmesi amacıyla ÖA3, ÖA14 ve ÖA2'nin görüşlerine yer verilmiştir.

ÖA3. *"ben hiç sıkılmadım, öğrencilerin de sıkıldığını düşünmüyorum. Çünkü vaktin nasıl geçtiğini hatırlamıyorum. Benim açımdan da dönüt alma anlamında iyi bir uygulama oldu. Öğretmen odaklı ders işleseydim hatalarımı göremeyebilirdim, öğrenciler bana dönüt vermeyebilirdi. Sıkılmadan dersi devam ettirebiliyorum."*

ÖA14. *"baştan ön yargı ile başladım ama uygulamayı da yaptıktan sonra güzel duygulara dönen, kesinlikle çok eğlendiğim bir deneyim oldu."*

ÖA2. *"matematiğin her konusu modellemeyle verilebilir ama öğretmenin planlama kısmında gerçekten oturup çalışması ve araştırma yapması gerekir. Bu da bana keyif veriyor."*

Öğretmen adaylarının modellemenin kullanışlılığı hakkında bildirdikleri görüşlere ilişkin bulgular Tablo 5.31' de sunulmuştur. Bu tabloda yer alan bulgularla modellemenin matematik öğrenmeye katkılarına ilişkin tabloda yer alan bulgular kısmen benzerlik taşımaktadır. Ancak Tablo 5.27 öğrenci açısından değerlendirmeleri içerdiği için Tablo 5.31' deki kategorilerin uygulamayı gerçekleştiren öğretmen adayı açısından ele alınarak hazırlandığı unutulmamalıdır.

Tablo 5.31: Modellemenin Kullanışlılığı Alt Temasına İlişkin Kategorilere Ait Yüzde ve Frekans Dağılımı

Kategoriler	**Frekans (f)**	**Yüzde (%)**
Matematiği sevdirme	16	94
Etkili öğrenme	16	94
Fayda sağlaması	12	71
Etkin katılım sağlama	10	59
Öğrenilenlerin pekiştirilmesi	10	59
Dersi monotonluktan kurtarma	6	35
Kalıcı öğrenmeyi sağlama	4	24
Bilginin öğrenci tarafından yapılandırılması	4	24
Öğrenciler için matematiğin günlük hayatta kullanımını görme	4	24
Başarıyı arttırma	4	24
Anlamlandırma	4	24
Farklı bir deneyim yaşama	4	24
Matematiksel süreç becerilerinin kullanılması	2	12
Bilgiyi örgütlemesi	2	12
Özeleştiri yapma imkânı sunması	1	6
Ekonomik olması	1	6

Tablo 5.31 incelendiğinde matematiği sevdirme ve etkili öğrenmenin öne çıktığı görülmektedir. Örnek olarak aşağıdaki görüşlere yer verilmiştir.

ÖA1. *"ama eğer zaman yeterliyse ve uygulanabilecek de bir konuysa uygulanması bence çok daha avantajlı öğrenci için. Konuyu bu şekilde daha etkili öğreniyorlar."*
ÖA10. "*bence önce matematik sevdirilmeli, bu tür etkinlikler de matematiği sevdirmede oldukça etkili."*
ÖA6. *"uygulama sürecinde öğrenci aktif ve gerçekten daha iyi anlıyorlar. Bence bu öğretim şekli çok daha yararlı."*
ÖA17. "*aynı zamanda matematiği öğrenmelerinde, matematiği sevmelerinde de etkili olduğunu düşünüyorum."*
ÖA8. "*matematiği sevdirmede daha etkili olduğunu düşünüyorum."*
ÖA16. "*en başta farklı bir uygulama yani normal düz anlatımdan çok daha farklı, matematiği öğrenmelerinde daha etkili olduğunu düşünüyorum."*

Fayda sağlaması, etkin katılım sağlama ve öğrenilenlerin pekiştirilmesi konusunda da kategoriler bulunmaktadır. Örneğin,

ÖA1. *"bence öğrenilenlerin pekiştirilmesinde çok daha kullanışlı olacaktır."*
ÖA5. *"modellemeye dayalı uygulamaların faydalı olacağını düşünüyorum. Benim etkinliğimde çocukların problemi çözebilmek için çarpma, bölme işlemi yapmaları gerekiyordu. Ama ben onlara böyle bir işlem yapmalarını söylemedim. Onlar neyi nerede kullanacaklarını kendileri buldular. Bence daha iyi oldu."*
ÖA14. *"gördüm ki öğrencilerin öğrendiklerini anlamlandırmalarında, kavramalarında, pekiştirmelerinde oldukça etkili."*

Dersi monotonluktan kurtarma, kalıcı öğrenmeyi sağlama, bilginin öğrenci tarafından yapılandırılması, öğrenciler için matematiğin günlük hayatta kullanımını görme, başarıyı arttırma, anlamlandırma ve farklı bir deneyim yaşama gibi kategoriler de bulunmaktadır. Örneğin,

ÖA7. *"ilköğretim birinci kademeden itibaren modellemeye yer verilmeli ve bu şekilde öğrenciler yetiştirilmeli ki matematik başarısı arttırılabilsin."*

ÖA4. *"bu tür uygulamalara günlük yaşamda karşılaşılabilir durumlar olduğu için ve matematiksel süreç becerilerinin daha çok işe koşulduğunu gözlemlediğim için daha çok yer verirdim."*

ÖA15. *"öğrenciler bu etkinliklerle uğraşırken gerçekten derste olduklarını unutuyorlar, bir kere dersi sıkıcılıktan kurtarıyor, eğlenerek öğreniyorlar. Matematiği günlük hayatta kullandılar. Dersle ilgiliydiler, daha önce böyle bir uygulamayla karşılaşmadıkları belliydi."*

ÖA11. "*modellemenin öğrencilerin kendi bilgilerini yapılandırmalarında, kalıcı öğrenmelerin sağlanmasında, öğrencinin etkinlikler yoluyla aktif kılındığı bir öğretim şekli olduğunu düşünüyorum."*

Son olarak bilgiyi örgütlemesi, özeleştiri yapma imkânı sunması ve ekonomik olması şeklinde görüş bildiren öğretmen adaylarının da olduğu görülmüştür.

ÖA9. *"modelleme konuyla ilgili birçok bilgiyi aynı anda topluyor. Bu yüzden faydalı olduğunu düşünüyorum."*

ÖA2. *"hem öğrenci hem de öğretmen için özeleştiri yapmaya imkân verdiğini, bu nedenle her iki taraf için de verimli olduğunu düşünüyorum.."*

ÖA6. *"uygulama öncesi kesinlikle daha aktiftim, bir dersi 40 dakikayı en iyi şekilde yapılandırmaya çalışıyorsun, o 40 dakikalık planın her ayrıntısını düşünüyorsun, konuyu en iyi şekilde sunmaya çalışıyorsun. Bunun hem süreyi kısalttığını hem kazanımın gerçekleşmesini sağladığını hem de öğrencileri aktif kıldığını gördüm."*

ÖA6' nın görüşleri genel olarak öğretmen adaylarının öğrenme-öğretme uygulamalarına ilişkin görüşlerini özetlemektedir. Modellemenin uygulayıcıları olan öğretmen adaylarının görüşleriyle ortaya konan bu durumların öğrenciler tarafından da geçerli olup olmadığının araştırılmasının güvenirliğini arttıracağı düşünülmüştür. Nitekim öğrenciler öğretim sürecini doğrudan yaşadıkları için süreç hakkında en doğru bilgiyi onların sunacağı açıktır. Bu bağlamda öğrencilerin modellemeye ilişkin görüşleri de çalışmaya yansıtılmıştır.

5.5 Öğrencilerin Modellemeye Dayalı Öğretime İlişkin Görüşme Verilerinden Elde Edilen Bulgular

60 öğrenci ile modellemeye dayalı öğretime ilişkin yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmış ve veri analizinde ortaya çıkan kategoriler önceden belirlenen yedi tema altında toplanmıştır. Tablo 5.32' de modellemeye dayalı öğretime ilişkin betimsel bulgulara yer verilmiştir.

Tablo 5.32: Öğrencilerin Modellemeye Dayalı Öğretime İlişkin Görüşlerine Ait Bulgular

Temalar	**Frekans (f)**	**Yüzde (%)**
Matematik öğrenmeye katkıları	592	28
Model oluşturma etkinliklerine yönelik görüşler	421	20
Öğretmenin rolüne yönelik görüşler	351	17
Grup çalışmalarına yönelik görüşler	316	15
Sınıf tartışmalarına yönelik görüşler	235	11
Modellemenin matematik derslerinde kullanımı	119	6
Kamera çekiminin etkileri	65	3
Toplam	**2099**	**100**

Tablo 5.32’ de yer alan temalar incelendiğinde alt kategorilerle birlikte görüşlerin % 28’ inin modellemeye dayalı öğretimin matematik öğrenmeye katkıları teması altında toplandığı görülmektedir. İkinci sırada % 20’ lik yüzdeyle model oluşturma etkinliklerine ilişkin görüşler yer alırken grup çalışmaları ve sınıf tartışmaları konusunda öğrencilerin % 26’ sının görüş bildirdiği görülmektedir. Görüşlerin bu şekilde dağılmasında öğrencilerin grup çalışmalarını ve sınıf tartışmalarını ilk defa modellemeye dayalı öğretim ile birlikte tecrübe ediyor olmaları neden olarak gösterilebilir. Benzer şekilde öğrenciler modellemenin uygulayıcıları olan öğretmen adaylarını matematik öğretmenleri ile karşılaştırmışlar ve bu durumu görüşlerine % 17’ lik bir oranla yansıtmışlardır.

Tablo 5.32’ ye göre öğrencilerin matematik eğitiminde modellemeye dayalı öğretim gerçekleştirilmesi ile ilgili görüş bildirirken bu durumu daha çok matematik öğrenmeye katkı açısından değerlendirdiklerini söylemek mümkündür. Bu öğretim şeklinin omurgasını model oluşturma etkinlikleri oluşturmaktadır. Etkinliklerde yer alan problemlerin grup çalışmaları yoluyla çözüme ulaştırılması, elde edilen çözümlerin sınıf ortamında tartışılması, süreçte uygulayıcı olarak öğretmenin rolü diğer mihenk taşlarıdır. Öğrenciler modellemeye dayalı öğretimi değerlendirirken bu durumları göz önünde bulundurmuşlardır. Öğrencilerle yapılan görüşmelerde ortaya çıkan bir diğer durum ise kamera çekiminin öğrenciler üzerindeki duyuşsal etkileri olmuştur. Bu bölümde sunulan her bir tabloda kategorilerin her bir sınıf düzeyinde kaç öğrenci tarafından ifade edildiğini gösteren frekans değerleri bulunmaktadır.

5.5.1 Matematik Öğrenmeye Katkıları Temasına İlişkin Bulgular

Öğrenciler matematik dersinde farklı bir uygulamayı tecrübe ettiklerini ve modellemeye dayalı gerçekleştirilen matematik dersinin önceki derslere göre öğrenmelerine daha çok katkı sağladığı yönünde görüş bildirmişlerdir. Buna göre öğrenciler matematik dersinin farklı boyuta taşındığını iddia ederek bu düşüncelerini açıklamışlardır. Tablo 5.33' te bu temaya ilişkin betimsel bulgulara yer verilmiştir.

Tablo 5.33: Matematik Öğrenmeye Katkıları Temasına İlişkin Betimsel Bulgular

Kategoriler	Sınıf düzeyi			Toplam
	6	7	8	
Etkili öğrenme	21	22	17	60
Matematiğin eğlenceli hale gelmesi	21	23	11	55
Derse katılımın artması	19	13	16	48
Öğrencilerin görüşlerini kendi istekleri doğrultusunda paylaşmaları	21	9	8	38
Matematiğin günlük yaşamdaki yerini fark etme	13	10	12	35
Öğretmen merkezli öğretime son verme	12	12	5	29
Matematiği sevdirme beklentisi	12	9	8	29
Hataları fark etme	5	8	12	25
Öğrenilenlerin kalıcı olması	6	13	6	25
Başarının artacağı beklentisi	9	9	3	21
İşbirlikli öğrenme	10	6	5	21
Yorumlama becerisini geliştirme	5	8	7	20
Farklı çözümleri görme	6	5	9	20
Öğrenilenlerin pekiştirilmesi	6	6	7	19
Bakış açısını genişletme	5	7	6	18
Çok boyutlu düşünme	4	5	8	17
Beyin fırtınası yapma	5	7	5	17
Eleştirel düşünme	6	4	7	17
Matematik dersine dikkat çekme	8	5	3	16
Eğlenerek öğrenme	4	7	2	13
İlgiyi arttırma	3	2	8	13
Kolay öğrenme	5	4	3	12
Dersten mutlu ayrılma	1	2	6	9
Öğrenciler arasındaki iletişimin artması	4	3	1	8
Diğer derslere olumlu yönde etkileri olması	-	1	2	3
İşlem yapmanın eğlenceli hale gelmesi	1	1	-	2
Öğrencilerin kendilerini değerli hissetmesi	-	1	-	1
Arkadaşlarının durumunu görme	-	-	1	1
Toplam				**592**

Tablo 5.33 incelendiğinde modellemeye dayalı öğretimin öğrencilerin matematik öğrenmelerinde olumlu yönde katkılar sağladığı görülmektedir. Buna göre en önemli katkının etkili öğrenme olduğu söylenebilir. Öğrencilerin tamamının bu şekilde bir öğretim ile öğrendiklerini daha iyi anlamlandırdıklarını belirtmeleri dikkat çekici bir bulgudur. Bu yönüyle 6. sınıf öğrencilerinden örnek olmasıyla aşağıdaki görüşlere yer verilmiştir.

6Ö8. *"bu derste ise anlamadığımız yer kalmadı. Hem de daha iyi öğrendik."*

6Ö19. *"ben eskiden alan bulmayı hiç sevmezdim. Ama şimdi daha anlamlı oldu. Neden alan hesabı yaptığımızı anladım."*

Bu kategoriye ilişkin olarak 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin görüşleri ise şöyledir:

7Ö17. "*ezberden gitmeyeceğim bundan sonra onu anladım, öğrenerek gideceğim."*

7Ö7. *"böyle etkinlikler olsa daha iyi öğrenilir matematik."*

7Ö6. *"konuyu böyle daha ayrıntılı öğrendik gibi geldi bana."*

8Ö4. "*etkinlikler daha etkin öğrenmemize yardımcı oldu, böyle daha iyi anlayabiliyoruz."*

Bir diğer kategori ise modellemeye dayalı öğretim ile matematiğin eğlenceli yönünün öne çıkarıldığı düşüncesidir. Nitekim öğrencilerin % 92' si model oluşturma etkinlikleri üzerinde çalışırken vaktin nasıl geçtiğini anlamadıklarını, uygulamaların zevkli olduğunu ve dersin eğlenceli geçtiğini ifade etmiştir. Öğrencilerin görüşlerinin bu yönde olması çalışmanın önemli bir bulgusunu ortaya koymaktadır. Örnek olarak aşağıdaki öğrenci görüşlerine yer verilmiştir.

6Ö5. "*önceki derslerde genellikle tahtada sorular çözüyorduk ve deftere yazıyorduk. O biraz sıkıcı oluyordu. Sürekli yazmaktan sıkılıyorduk. Bu daha iyi oldu, ders genellikle zevkli geçti."*

6Ö7. "*diğer matematik dersleri ezbere dayalı. Bence şimdi daha eğlenceli geçmeye başladı."*

7Ö3. *"bence ders böyle daha eğlenceli geçiyor. Çünkü diğer derslerde hep anlatımla hep yazarak geçiyor."*

7Ö1. *"çok eğlendik. Matematik normalde işlemlerle, sayılarla eğlenceli değil ama mesela bunda eğlenceli oldu, renk kattı matematik dersine."*

7Ö13. *"ders zevkli geçti. Zevkli olanlar biraz çabuk biter ya bence eğlenceliydi de."*

8Ö9. *"dersler böyle işlense daha iyi olurdu. Matematik dersi gelsin diye iple çekeriz, eğlenceliydi çünkü."*

8Ö15. *"baya eğlenceliydi ders, bilmece bulmaca gibiydi etkinlikler."*

Önceki matematik dersleri ile karşılaştırıldığında, genel olarak derse katılımın oldukça arttığı ve öğrencilerin kendi istekleri doğrultusunda görüşlerini paylaşmak istedikleri ortaya çıkmıştır. Oysaki öğrenciler önceki matematik derslerinde parmak dahi kaldırmadıklarını, birkaç kişinin katılımı ile dersin işlendiğini, anlaşılmayan pek çok yerin dersten sonra giderilmesi çabası içine girdiklerini, dersi derste öğrenme gibi durumun söz konusu olmadığını belirtmişlerdir. Buradan yola çıkarak öğrencilerin en az 38' inin yani % 63' ünün modellemeye dayalı gerçekleştirilen öğretimin matematik derslerinde önemli farklıklara sebep olduğu söylenebilir. Örneğin,

6Ö5. *"bence sınıfın katılımı çok iyi oldu çünkü tüm gruplar çalıştı, herkes düşüncesini paylaşmak istedi."*

7Ö7. "*katılım fazla olduğu için matematik dersinde bu tür uygulamalar gürültüyü de engelliyor"*

7Ö21. *"bu derse daha çok kişi katıldı. Normalde daha az kişi katılıyor."*

8Ö2. *"bu derste herkes çalıştı."*

8Ö8. *"etkinlikler vardı, herkes değişik bir fikir sundu."*

Öğrencilerin % 58' i matematiğin günlük yaşamdaki yerini fark etme, % 48' i öğretmen merkezli eğitime son verilmesi, % 48' i bu şekilde gerçekleştirilecek matematik öğretimi ile matematiği sevdirileceğini düşünmektedir.

6Ö16. *"sınıfı adımladık ki bu daha önce hiç yapmadığımız bir şeydi. Sık sık karşımıza çıkan alan ölçmenin günlük hayattaki yerini anladık. Böylece matematiği sevmeyenler daha çok ilgi gösterir, sevenler daha çok sever."*

7Ö10. *"matematik dersleri böyle işlenseydi çoğunlukla herkes matematiği severdi. Günlük hayatta matematiğin nasıl kullanıldığını fark etmemiz açısından iyi bir uygulamaydı."*

8Ö3. *"matematikte öğrendiklerimizi günlük hayattaki bir problem durumu için kullandık. Böyle dersler matematiği sevdirme açısından oldukça güçlü."*

8Ö2. *"biz normal derslerde hiç böyle etkinlikler yapmıyoruz. Biz direk hani problem çözme, konu anlatımı gibi şeylerle daha çok ilgileniyoruz."*

Hataların fark edilmesi ve öğrenmelerin kalıcılığının artması % 42' lik yüzdelerle öne çıkan diğer bulgulardır. Bu doğrultuda matematik başarısının artacağı düşüncesi öğrencilerin %35' i tarafından dile getirilmiştir. Bu 3 kategoriye ilişkin örnek görüşler aşağıda sunulmuştur.

6Ö1. "*bu derste öğrendiklerimi unutmam, böyle daha kalıcı oldu."*

6Ö10. "bence matematik dersleri böyle işlense notlar yükselir."

7Ö6. *"başka bir yöntemi görüp nerede yanlış yaptığımızı anlayabiliyoruz, onların yanlışlarından* da *öğrenebiliyoruz."*

7Ö8. "*dersler böyle işlense iyi olurdu. Daha iyi anlamamızı, daha iyi öğrenmemizi sağlıyor, akılda kalıcı oluyor."*

8Ö11. *"farklı çözümleri inceleme firsatımız oldu, kendi hatalarımızı fark ettik."*

8Ö12. *"diğer derslerde tekrar edersek aklımızda kalıyor. Ama dersler böyle işlenirse matematikte daha başarılı oluruz."*

Modelleme uygulamalarına katılan öğrenciler grup çalışması yaptıklarını ve bu şekilde birbirlerinden pek çok şey öğrendiklerini söylemişlerdir. Grup çalışmaları ve sınıf tartışmaları yoluyla farklı çözümler görme şansı elde ettiklerini belirtmişlerdir. Öğrenciler çözümleri yorumlarken aynı zamanda öğrendiklerini pekiştirdiklerini, farklı bakış açıları geliştirdiklerini, beyin fırtınası yaptıklarını, çok boyutlu düşünme ve eleştirel düşünme becerileri kazandıklarını ifade etmişlerdir. Örneğin,

6Ö15. *"bu ders bizim yararımızda oldu, öğrendiklerimizi pekiştirmiş olduk. Öğretmen anlattığında ben pek anlayamamıştım ama bugünkü etkinliklerle daha çok anladım."*

6Ö21. "değişik soru tipleri gördük. Beyin fırtınası yaptık. Düşüncelerimiz gelişti. Yorum yeteneğimiz gelişti.. "

7Ö4. *"önceden hiç etkinlik yapılmıyordu, grup çalışması yapmıyorduk, çözümleri de sınıfça tartışmıyorduk. Bu nedenle hatalarımızı anlayamıyorduk."*

7Ö12. *"matematiğe farklı bir şekilde bakmamızı sağladı bu uygulamalar."*

7Ö15. *"sosyal olarak çok iyi bir şey. Grup çalışması olduğundan bir arkadaşımızdan da bilgi alabiliyoruz."*

8Ö5. *"çok fazla soru çözemiyoruz bir ders boyunca ama böyle daha kalıcı oldu."*

8Ö6. *"eleştirel düşünceyi geliştiriyor. Ayrıca daha farklı yolları düşünüp ona göre çözüme ulaştık."*

Öğrenciler bu tür uygulamalarla dikkatin derse çekildiğini, matematiği eğlenerek öğrendiklerini belirtmişlerdir. Böylece matematiğe duyulan ilginin arttığını ve zor konuların dahi bu şekilde daha kolayca öğrenilebileceğini ortaya koymuşlardır. Matematik dersinden mutlu ayrıldıklarını özellikle belirten öğrenciler bu uygulamaların aynı zamanda birbirleriyle olan ilişkilerini olumlu yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Bu görüşlerin yanı sıra üç öğrenci bu tür uygulamaların diğer derslere olumlu yönde etkileri olacağını düşündüğünü, işlem yapmadan zevk almayan iki öğrenci bu düşüncelerinin değiştiğini ve işlem yapmanın eğlenceli hale geldiğini belirtmiştir. Ayrıca bir öğrenci bu uygulamaların kendi sınıflarında yapılması nedeniyle kendisini değerli hissettiğini, yine bir başka öğrenci bu uygulamalar ile sınıftaki diğer arkadaşlarının başarı durumunu öğrendiğini belirtmiştir. Örnek olması amacıyla birkaç görüşe yer verilmiştir.

6Ö16. *"matematiksel işlemler daha eğlenceli hale gelir."*
7Ö16. *"hem mesela bir şeyi eğlenirken öğrenmek daha kolay geliyor."*
8Ö8. *"ders bitiminde etkinlikleri yapmış olmanın ferahlığı vardı. Grup olarak güzel bir çalışma yaptığımız için birbirimizi kutladık. Bu yüzden onun mutluluğu vardı."*
8Ö3. "her dersten farklıydı, hiç böyle etkinlikler ile karşılaşacağımızı düşünmüyordum ben. Genelde biz problem çözüyoruz. Matematiği hiç sevmeyen arkadaşlarımız bile nasıl yaparız diye sorular yönelttiler. Böyle herkes bir şeyler yapma düşüncesi içerisindeydi. O yüzden böyle daha fazla *bilgi edinebiliyoruz."*

Benzer şekilde bir başka dikkate değer durum model oluşturma etkinliklerine yönelik görüşlerdir. Öğrencilerin etkinlikler hakkında sahip oldukları bu görüşlerin onların çalışmalarını sürdürmede belirleyici bir etken olduğunu söylemek mümkündür.

5.5.2 Model Oluşturma Etkinliklerine Yönelik Görüşler Temasına İlişkin Bulgular

Tablo 5.34' te öğrencilerin model oluşturma etkinliklerine yönelik görüşlerine ait betimsel bulgulara yer verilmiştir.

Tablo 5.34: Model Oluşturma Etkinliklerine Yönelik Görüşler Temasına İlişkin Betimsel Bulgular

Kategoriler	Sınıf düzeyi			Toplam
	6	7	8	
Merak duygusu uyandırma	20	19	15	54
Dersteki uygulamalardan farklı olması	15	17	14	46
Öğretici olması	15	11	14	40
İlgi çekici	11	13	15	39
Eğlenceli olması	12	15	11	38
Düşündürmesi	15	11	11	37
Anlaşılır olması	10	12	13	35
Günlük hayattan bir durum içermesi	9	10	12	31
Öğrencilerin düzeyine uygun olması	7	13	8	28
Yakın çevreden bir örnek olması	9	7	8	24
Ezbere yönlendirmemesi	6	7	5	18
Etkinliklerin kolaydan zora doğru sıralanması	5	7	4	16
Etkinliklerin birbirini tamamlayıcı nitelikte olması	4	5	6	15
Toplam				**421**

Tablo 5.34 incelendiğinde model oluşturma etkinliklerinin neredeyse tüm öğrencilerde merak uyandırdığı bulgusu göze çarpmaktadır. Bu merak duygusunun öğrencilerin ilgisini matematik dersine çektiği ve öğrencilerin grup içi çalışmalarını olumlu yönde etkilediği düşünülmektedir. Bir sonraki bölümde grup çalışmalarında da belirtildiği üzere öğrenciler etkinlikler üzerinde aktif olarak çalışabilmelerini bu duruma bağlamışlardır. Öğrencilerin bu konuda benzer görüşler bildirmesi nedeniyle her sınıf düzeyinden bir öğrencinin görüşüne yer verilerek duruma örnek olması istenmiştir.

6Ö3. "*etkinlikler hepimizin dikkatini çekiyordu, ama en çok da merak uyandırıyordu. Zaten katılımın bu kadar fazla olması da bundan kaynaklanıyor.*"

7Ö18. "*etkinlikler derse odaklanmamızı sağlıyordu. Katılımın arttığını gördüm ki herkesin ilgisi kağıt üzerindeydi. Çalışırken doğru çözümün ne olacağını merak ediyorduk, bu nedenle herkes çabaladı.*"

8Ö5. "*problemle uğraşırken çözümün ne çıkacağını merak ediyorduk.*"

Belirtilen bu öğrenci görüşlerinden de görüldüğü gibi öğrenciler tarafından öne çıkarılan bir diğer durum, model oluşturma etkinlikleriyle gerçekleştirilen uygulamaların matematik derslerinde yaptıkları uygulamalardan farklı olmasıdır. Öğrenciler bu uygulamaların önceki matematik derslerinde yapılmadığını, öğretmenin konuyu anlatıp onların dersi takip ettiklerini, konunun pekiştirilmesi ve tekrarı gibi durumlarda problem çözdüklerini ancak bu problemlerin de işlem ağırlıklı olduğunu belirtmişlerdir. Bu doğrultuda etkinliklerin zor olmadığını ama düşündürdüğünü, bu yönüyle etkinliklerin daha öğretici ve bir o kadar da eğlenceli olduğunu ifade etmişlerdir. Etkinliklerin eğlenceli olduğu yönünde görüş bildiren öğrenciler bu düşüncelerini modellemeye dayalı gerçekleştirilen öğretimin matematiği eğlenerek öğrenmelerini sağlaması ile açıklamışlardır. 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin bu durumlara ilişkin olarak görüşleri aşağıda sunulmuştur.

614. "*etkinlikler derste yaptıklarımızdan çok farklıydı.*"

7Ö22. "*sorular üzerinde çok uğraştık. Öğretici yanı da oldu. Hep gördüğümüz soru tiplerinden değildi. Farklı sorular görmek iyi bir şey.*"

8Ö3. "*her dersten farklıydı, hiç böyle etkinlikler ile karşılaşacağımızı düşünmüyordum ben. Genelde biz problem çözüyoruz.*"

Modelleme sürecinde problem çözme becerisini kullanma öne çıktığı için model oluşturma etkinliğinin de ilk bakışta düşündürmesi dikkati çekmiştir. Hatta öğrenciler problemleri çözerken ezberledikleri formüllerin işe yaramadığını ve formülleri probleme göre yeniden düzenlediklerini bunun için de matematik bilgilerini yeniden gözden geçirdiklerini ifade etmişlerdir. Buradan yola çıkarak öğrencilerin bu şekilde formüle etme becerilerini geliştirdikleri söylenebilir.

Etkinliklerde yer alan problemlerin düşündürücü olmasının yanı sıra öğrencilerin düzeyine uygun olması ve anlaşılır olması da yapılabilirlik açısından büyük önem taşımaktadır. Bu doğrultuda etkinliklerin günlük hayattan ve yakın çevreden bir durumu örneklediği yönünde görüşler bulunması da bir başka bulgudur. Öğretmen adayları tarafından hazırlanan günlük ders planlarında olmasını beklediğimiz bu kriterlerin öğrenciler tarafından etkinliklerde gözlenmesi ve dile getirilmesi sevindirici bir durumdur. Öğrenciler bu görüşlerine ek olarak etkinliklerin birbirini tamamlar nitelikte olduğuna ve kolaydan zora doğru sıralandığına da dikkat çekmişlerdir. 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin bu durumlara ilişkin görüşleri aşağıda sunulmuştur.

6Ö13. "*Balıkesir'in yüzölçümünü bulduk. Yaşadığımız şehirle ilgili bir uygulama yaptık. Bizim için anlamlı bir örnekti.*"

7Ö13. "*mesela bir arkadaşımız bunlar SBS de çıkmayacak nasıl olsa dedi ama bence günlük hayatında birçok yerde karşısına çıkacak.*"

8Ö15. "*etkinliklerde anlaşılmayan bir yer yoktu. Açıklamaları okuduğumuzda ya da öğretmen bir açıklama yaptığında aklımıza takılan hiçbir şey olmadığı için rahatlıkla başladık çizimlere. Etkinlikler birbirini tamamlıyordu.*"

Görüşler incelendiğinde model oluşturma etkinliklerinin genel özelliklerinin öğrenciler tarafından tanımlandığı görülmektedir. Model oluşturma etkinlikleri yapı itibariyle hemen çözülebilecek nitelikte hazırlanmamıştır. Öğrencileri düşündürmesi, onlarda çözme isteği uyandırması beklenmiştir. Bunun yanı sıra matematiksel düşünme süreçlerinin işe koşulduğu bir çalışma ortamının oluşturulmasına gereksinim duyulmuştur. Öğrencilerin bu durumları göz önünde bulundurdukları model oluşturma etkinliklerine ilişkin vermiş oldukları tanımlamalardan da görülmektedir.

5.5.3 Öğretmenin Rolüne Yönelik Görüşler Temasına İlişkin Bulgular

Model oluşturma etkinliklerinin tamamlanmasında aktif rol alan öğretmen dersi uygulamalarla yürütmekte ve konunun özünü bu şekilde öğrencilere kavratmaktadır. Bu durum öğrencilerin de dikkatinden kaçmamış ve modellemeye dayalı öğretimi değerlendirirken öğretmenin süreçteki rolünü de görüşlerinde belirtmişlerdir. Bu bağlamda öğrenci görüşlerinden yola çıkarak modellemenin gerçekleştiği sınıflarda öğretmen rolleri ortaya konmaktadır. Tablo 5.35' te öğretmenin rolüne yönelik görüşler temasına ilişkin betimsel bulgular yer almaktadır.

Tablo 5.35: Öğretmenin Rolüne Yönelik Görüşler Temasına İlişkin Betimsel Bulgular

Kategoriler	**Sınıf düzeyi**			**Toplam**
	6	**7**	**8**	
Herkesin görüşüne değer verme	15	17	13	45
Çalışmalarla yakından ilgilenme	17	11	14	42
Her soruya yanıt verme	17	13	12	42
Öğrencilerin kendi bilgilerini oluşturmalarına fırsat verme	11	13	14	38
Düşünmeye teşvik etme	12	11	13	36
Gerekli açıklamalar yapma	12	13	10	35
Rehberlik etme	11	11	12	34
Sorgulatma	8	10	12	30
İpucu verme	6	7	8	21
Derse dikkati çekme	8	5	3	16
Her bir detayı düşünme	4	3	5	12
Toplam				**351**

Tablo 5.35 incelendiğinde öğretmenlerin genellikle öğrencilerin çalışmalarını yakından takip ettiği ve öğrencilerden gelen soruları yanıtsız bırakmadıkları ortaya çıkmıştır. Bu kategorilere ek olarak öğrencilerin etkin olarak çalışmalarını doğrudan etkilediğini düşündüğümüz bir diğer kategori öğrencilerin görüşlerine değer verilmesidir. Öyle ki öğrenciler bir başka tema altında modellemeye dayalı olarak gerçekleştirilen öğretim sürecinde kendi istekleri doğrultusunda görüşlerini paylaştıklarını ifade etmişlerdir. Buradan yola çıkarak öğretmenlerin, öğrencilerin aktif olarak çalışabilmelerine imkân veren böyle bir ortamın oluşmasını sağladıkları söylenebilir. 6Ö6' nın *"her sorumuza yanıt alabildik hatta her grupla yeterince*

ilgilendi. Görüşlerimize değer verdi, hepimizi dinledi." şeklinde durumu örnekleyici bir görüşü bulunmaktadır.

6Ö20. *"öğretmen her çağırdığımızda yanımıza geldi, sorularımıza yanıt verdi."*
7Ö11. *"öğretmen şunları yapacaksınız demedi, daha iyi oldu böyle. Bizi uğraştıracak şeyler söylüyor, daha çok fikir çıkıyor ortaya."*
7Ö10. *"öğretmen grupları tek tek dolaştı, çalışmalarımızla yakından ilgilendi. İhtiyacımız olduğunda hep yanımızdaydı."*
8Ö3. *"öğretmenimize soru sorma durumunda, normalinde 41 kişi olduğumuzdan bir kişi gelip soru soruyordu. Ama böyle olduğunda bütün grup birlikte öğrendiği için öğretmenin bize daha fazla vakit ayırması yönünde şans elde ediyoruz. Mesela bu derste öğretmenimiz 3 kez yanımıza geldi, bir başka gruba 3 kez kendisi gitti, 2 kez de onlar çağırdı. Çalışmalarını takip etmediği grup bence olmamıştır."*

Tablo 5.35 incelendiğinde bu görüşlerin yanı sıra modellemeye dayalı öğretim gerçekleştiren öğretmenlerin öğrencilerin kendi bilgilerini oluşturmalarına fırsat verdiği, öğrencilerin çalışmalarında onlara gerekli açıklamaları yaptığı, gerektiğinde ipucu verdiği, her bir detayı düşündüğü ve daha çok rehberlik ettiği ortaya çıkmıştır. Elde edilen bu bulguya ilişkin olarak öğrenciler modellemeye dayalı olarak gerçekleştirilen öğretim sonunda konuyla ilgili anlaşılmayan bir yerin kalmadığını ve dersi derste öğrendiklerini belirtmişlerdir. Bu durumlara açıklık getirmesi amacıyla öğrencilere ait görüşler aşağıda sunulmuştur.

6Ö3. *"böyle daha iyi öğrenebiliyoruz. Herkese yetişebiliyor öğretmen böylece anlamadığımız bir konu da olmuyor."*
7Ö16. *"öğretmene doğru mu yanlış mı yapıyoruz diye sorduğumuzda bize sadece çözümü bulmamızı ve bulduğumuz çözümün tüm durumlar için uygun olması gerektiğini söyledi. Hem ipucu oldu bu bize hem de bize doğru cevabı vermedi. Böyle daha güzel oldu."*
8Ö14. *"öğretmen yardımcı gibi geldi, ikinci yolumuz oldu. Yol gösteren biri olarak gözüktü. İşimizi kolaylaştırdı. Açıkçası bize bıraktı hangi yoldan hangi işlemle gideceğimizi."*

8Ö14 ise öğretmenin rehberliğini açıklarken diğer kategoriler olan öğretmenin düşünmeye teşvik etmesi ve sorgulatması rollerine dikkat çekmiştir. Öğretmenlerin öğrencileri düşündürmeleri ve matematik bilgilerini sorgulamalarını sağlamaları nedeniyle bu durumun öğrencilerin model oluşturma etkinlikleri üzerinde derinlemesine çalışabilmelerine ve farklı çözümler sunabilmelerine imkân verdikleri söylenebilir. Duruma örnek olması amacıyla öğrenci görüşlerine aşağıda yer verilmiştir.

6Ö16. "p*roblemi çözmüştük sonra öğretmen geldi bakın bakalım başka çözüm var mı diye. Oradan devem ettik. Farklı çözümleri bulmak iyi oldu."*
7Ö6. *"öğretmen yardımcı oldu mesela bir yol bulmuştuk biz. O yol için aynı yoldan devam edin ama farklı bir açıdan bakın demişti. O zaman bizim aklımıza köşegenler geldi. Hocamız şunu yapın derse zaten güzel olmazdı."*
8Ö13. *"öğretmen, ben soruda bunu vermedim, kendiniz düşünüp çözümü yapın şeklinde bizi düşünmeye teşvik etti, yönlendirmelerde bulundu."*

Tablo 5.35' te son kategori ise derse dikkati çekmedir. Bu kategoriye ilişin olarak öğretmenlerin grup çalışması yaptırması, çözümlerin sınıf ortamında tartışılması ve model oluşturma etkinlikleri ile öğrencilerin dikkatinin derse çekildiği yönünde görüş bildirmişlerdir. Bu nedenle önceki temalarda sunulan görüşlerin tekrarlanmaması amacıyla burada sadece 6Ö8 ve 8Ö13'ün görüşleri örnek olarak sunulmuştur.

6Ö8. "*diğer türlü öğretmenimiz tahtaya alıştırmalar yazıyor, bir şeyler anlatıyor, alıştırmaları çözüyoruz, sırası gelen kalkıyordu ama bazıları anlamıyor yani. Zaten okulun sonu da yaklaştığı için öğretmen konuları hızlı hızlı geçiyordu. Bu derste ise anlamadığımız yer kalmadı. Hem de daha iyi öğrendik. Tüm sınıf demesek de ¾'ünü derse çekebildiniz.*"

8Ö13. "*öğretmenin yıldızları getirmesi en ince ayrıntıları bile düşündüğünün göstergesi. Aslında gerçekten ilgiyi topladı. Renkli kartonlarla materyaller vardı, daha anlaşılır oldu.*"

5.5.4 Grup Çalışmalarına Yönelik Görüşler Temasına İlişkin Bulgular

Öğrenciler model oluşturma etkinlikleri ile çalışırken grup çalışmaları yapılmıştır. Alan yazın incelendiğinde de modelleme etkinliklerinde grup çalışması yapılması yönünde ortak görüşün hâkim olduğu görülmüştür. Buradan yola çıkarak grup çalışmaları yapan öğrencilerin bu yönde bildirmiş olduğu görüşlere ilişkin betimsel bulgulara Tablo 5.36' da yer verilmiştir.

Tablo 5.36: Grup Çalışmalarına Yönelik Görüşler Temasına İlişkin Betimsel Bulgular

Kategoriler	**Sınıf düzeyi**			**Toplam**
	6	**7**	**8**	
Aktif katılım	18	16	15	49
Görüşlerin paylaşılması	17	14	16	47
Birlikte çalışma	15	14	12	41
Öğrenmelerin kalıcı olması	12	10	11	33
Ortak fikir üretme	10	12	9	31
Birbirinden öğrenme	15	6	7	28
Doğru sonuca ulaşma olasılığının artması	10	10	5	25
Eğlenme	12	5	7	24
Matematiği sevdirme	5	7	6	18
Derse dikkat çekme	6	3	4	13
Grup olarak rekabet etme	2	2	-	4
Sosyalleşme	1	1	-	2
Özgüven kazanma	-	1	-	1
Toplam				**316**

Tablo 5.36 incelendiğinde belirlenen kategorilerden altı tanesinin her sınıf düzeyinde görülme durumunun eşdeğer olduğu görülmektedir. Bu kategoriler; aktif katılım, görüşlerin paylaşılması, birlikte çalışma, öğrenilenlerin kalıcı olması, ortak

fikir üretme ve matematiği sevdirmedir. Her sınıf düzeyinden öğrencilerin görüşü doğrudan alıntılanarak çalışmaya aktarılmıştır. Buna göre 6. sınıf öğrencilerinden

6Ö1. *"ben grubumdan memnundum. Herkes fikrini söyledi. Ortak fikir ürettik."*

6Ö2. *"birlikte çalıştık, ortak fikir çıktı. Grup çalışması yaptığımız için de öğrendiklerimiz daha akılda kalıcı oldu bence. Gruplar daha çok çalıştı."*

6Ö3. *"grup olunca katılım daha fazla oldu. Daha çok sevdirdi dersi."*

6Ö4. *"grup olmamız çok iyiydi, kendi düşüncelerimizi paylaştık, yanlışlarımızı düzelttik. Matematiği sevmeyen bile biraz daha sevmiştir."*

şeklinde belirtilen görüşlere yer verilmiştir. 6.sınıf öğrencileri gibi 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin de ilgili kategorilere yönelik görüşleri aşağıda sunulmuştur.

7Ö1. *"grup çalışması yaptık, ortaklaşa fikir ürettik, ortaklaşa bir şey yaptık. Böyle dersler daha öğretici geçiyor. Sınıfın katılımı da iyiydi."*

7Ö2. *"benim bilmediğim bir şeyi arkadaşım söyledi. Bilgi aktarımı oldu."*

8Ö4. *"grup çalışması çok iyiydi. Hep beraber kafa yorduk. Birlikte çalıştığımız için aklımıza daha çok giriyor. Birbirimizin söylediklerinden öğrendik."*

8Ö1. *"grup daha iyi oluyor, paylaşım çok, grupça ortak karar verme bu uygulamalarda daha iyi oluyor. Böyle herkes dersle ilgiliydi, severek yaptı. Bir de hepimiz birden konuşmaya başlayınca gürültü oluyor. Grup çalışması olduğu için herkes bir yandan fikrini söylüyor, o yüzden oluyor. Ama bu iyi bir gürültü, herkesin görüşünü paylaştığını anlatıyor. Boşu boşuna olan bir şey yoktu. Güzeldi. Ben sevdim."*

8Ö1 grup çalışmaları esnasında meydana gelen gürültünün anlamlı bir gürültü olduğunu ifade etmiş ve bu durumu herkesin rahatlıkla görüşlerini paylaştığını açıklamak için kullanmıştır. Her derste, her sınıf düzeyinde, her durumda oluşması muhtemel bir durumun böyle olumlu bir şekilde tanımlanması sevindirici bir bulgudur. Belirtilen kategoriler hakkında iki öğrencinin daha görüşlerine yer verilmiştir.

8Ö5. *"grup çalışması daha iyi oluyor. Yapamadığımızı arkadaşlarımıza sorabiliyoruz. Bireysel çalışsaydık bu kadar faydalı olmazdı. Yapamayan kişiler uğraşırdı, olmayınca bırakırlardı. Yapmaya çalışanlar yapardı. Böyle olunca herkes uğraştı, çoğunluk katıldı. Herkes kendini ispat etmek için bir şeyler söyledi. Böyle olunca da katılım daha fazla oldu."*

8Ö8. "*grupların oluşturulmasına gerek vardı çünkü bir çözümün ya da düşüncenin ortaya çıkarılmasında fikir paylaşımı bence önemli bir etken. Kesinlikle paylaşmayı, fikir alışverişi yapmayı sağlıyor. Bir iş üzerinde görev paylaşımları yaparak çalıştık. Grup ruhu açısından güzeldi."*

Bu bağlamda modellemeye dayalı gerçekleştirilen öğretimde grup çalışmalarının süreçte neden aktif bir rol aldığı konusuna da açıklık getirildiği söylenebilir. Bu görüşlerin yanı sıra dikkate değer bir başka durum 6. sınıf düzeyinde öne çıkan kategoriler olmasıdır. Tablo 5.35 incelendiğinde 6. sınıf öğrencilerinin grup çalışmalarını genellikle herkesin görüşlerini rahatlıkla paylaşabildiği, birbirlerinden öğrendikleri, birlikte çalıştıkları ve herkesin aktif katılım sergilediği bir ortam olarak değerlendirdikleri söylenebilir. Bu değerlendirmeye açıklık getirmek amacıyla 6Ö6' nın görüşüne yer verilmiştir.

6Ö6. *"grup çalışması daha iyi oldu. Herkesin fikri farklı oluyor, herkes fikrini söyleyince yeni fikirler edinmiş oluyoruz. O yüzden grup çalışmasının çok faydası oldu. Eskisine göre katılım da daha fazla oldu."*

6. sınıf düzeyinde gözlenen bir başka durum ise birbirinden öğrenme, doğru sonuca ulaşılma olasılığını arttırma ve eğlenme kategorilerinin belirgin bir frekansa sahip olmasıdır. Bu yöndeki görüşlere örnekler aşağıda sunulmuştur.

6Ö12. *"hem eğlendik hem de öğrendik."*
6Ö8. "*grupla çalışmak sonuca ulaşma açısından daha verimli oluyor."*
6Ö14. *"bireysel olsaydı herkesin kendi düşüncesi olurdu ama burada mesela bir arkadaşımız yanlış düşünse grup çalışmasında diğer arkadaşımız onu düzeltirdi."*
6Ö12. *"grupta hepimiz beraber toplanarak çalıştık. Herkes düşüncesini söyledi. Birbirimizden öğrenme fırsatı oldu, daha iyi oldu."*

Eğlenme kategorisine ilişkin olarak diğer sınıf düzeyindeki öğrencilerin de görüşleri bulunmaktadır. Bu bağlamda onların görüşlerine de örnek olması amacıyla her bir sınıf düzeyinden birer öğrencinin görüşüne yer verilmiştir.

7Ö7. *"ders çok iyi, güzel geçti. Matematik derslerinde öyle gruplara ayrılıyorduk ama bu kadar fazla değil, böyle güzel eğlenceli olmamıştı. Herkes fikirlerini söyleyebildi, güldük, eğlendik, birbirimizden bir şeyler öğrendik."*
8Ö10. *"ders çok eğlenceliydi, diğer derslerimizde zevkli geçiyor ama burada grup çalışmaları olduğu için daha çok bir arada çalışma fırsatı oldu."*

Tablo 5.36 incelendiğinde 8. sınıf öğrencilerinde "aktif katılım" ve "görüşlerin paylaşılması" kategorilerinin öne çıktığı görülmektedir. 7. sınıf öğrencilerinde ise bu kategorilere "birlikte çalışma" kategorisi de eklenmektedir. Bu doğrultuda 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin görüşleri birlikte sunulmuştur.

7Ö9. *"grup oluşturup etkinlikleri sınıfça yaptık, önceden tek bir kişi yapardı. Tek olduğumuzda bazen yapamıyoruz. O zamanda kalıyor öyle. Grup olunca birlikte çalışıyoruz, daha iyi oluyor."*
8Ö11. *"sınıf içinde grupla çalışırken birlik ve beraberlik oldu. Herkes o soruya yöneldiği için düşüncelerini rahatlıkla söyledi."*
8Ö12. *"genel katılım diğer matematik derslerine göre daha iyiydi. Çünkü bizim sınıf 49 kişi, 45 kişi geldi diyelim normalde 20 kişi derse katılmıyor, diğerleri dinliyormuş gibi yapıyor. Ama burada en ez 30-35 kişi katıldı. Katılım baya arttı. Bu tür uygulamalar ilgisiz olanların da ilgisini çekiyor."*

Tablo 5.36' da yer alan diğer kategoriler incelendiğinde grup olarak rekabet etme kategorisine 8. sınıf öğrencilerinin görüş sunmadığı görülmektedir. Buna rağmen 6. ve 7. sınıf öğrencilerinin grup olarak rekabet etme konusunda görüş bildirdiği ortaya konmuştur. Buna göre, 7Ö12. *"grupta herkesin fikirlerini alarak bir çalışma elde ettik. Bu şekilde sorumluluk duygumuz arttı. Herkes her şeyini ortaya koydu, bir şey yapmaya çalıştı, çabaladı, hırslandı. Bu şekilde başarı elde ettik zaten."*

7Ö12 bu görüşlerinin yanı sıra grup olarak herkesin bir şeyler yaptığını, başarıyı hissettiğini belirtmiştir. Bu şekilde öğretim gerçekleştirilmesi durumunda matematik başarısının artacağı yönünde görüş bildirmiştir. Özgüven kazanma fikrini ortaya atan kişi sadece 7Ö12' dir. Yine bir öğrencinin görüşü dahi olsa fikirleri bizim için değerli olduğu için çalışmada bulunmasına karar verilmiştir.

Bu kategorilere ek olarak grup çalışmaları ile derse dikkat çekme konusunda her sınıf düzeyinden farklı frekanslarda görüş bildirildiği tespit edilmiştir. Bu kategorinin ortaya çıkmasına neden olan görüşlere örnek olması amacıyla aşağıdaki görüşlere yer verilmiştir.

6Ö4. *"diğer derslerde de eğleniyordum da bazen insanın dikkati dağılıyordu. Bunda hiç dikkat dağılması olmadı mesela. Daha iyi odaklanabiliyoruz böyle çalışmalarda."*

7Ö14. *"bireysel olsaydı herkesin dikkatini çekmeyebilirdi bu uygulama. Ama grup çalışmasında konuyu daha iyi anladık, birlikte çalıştık, birbirimizin fikirlerini duyduk. İyi oldu böyle."*

8Ö11. *"etkinlikler ve grup çalışması matematiği sevmeyenlerin bile dikkatini derse çekti ama diğerlerini daha çok çekti."*

Tablo 5.36' da yer alan son kategori sosyalleşmedir. Bu kategoriye ilişkin görüşler aşağıda yer almaktadır.

6Ö19. *"grup çalışması güzeldi, sosyalleşmeyi arttırdığını düşünüyorum ben."*

7Ö15. *"çok eğlenceliydi, çok da güzel bir dersti. Sosyal olarak çok iyi bir şey."*

Öğrencilerin ortak düşüncelerini yansıtan bu görüşlerden yola çıkarak öğrencilerin model oluşturma etkinlikleri üzerinde çalışırken grup olarak çalışmanın sorumluluğunu ve bilincini taşıdıklarını söylemek mümkündür.

5.5.5 Sınıf Tartışmalarına Yönelik Görüşler Temasına İlişkin Bulgular

Araştırmanın bir diğer bulgusu öğrencilerin sınıf tartışmasına yönelik görüşler ortaya koymasıdır. Öğrencilerin grup olarak elde ettikleri çözümlerinin sınıf ortamında tartışılması aşamasına yönelik görüş bildirmeleri bu yönde etkili olmuştur. Tablo 5.37' de bu temaya ilişkin betimsel bulgular yer almaktadır.

Tablo 5.37: Sınıf Tartışmalarına Yönelik Görüşler Temasına İlişkin Betimsel Bulgular

Kategoriler	**Sınıf düzeyi**			**Toplam**
	6	**7**	**8**	
Hataları fark etme	14	13	17	44
Etkili öğrenme	13	17	12	42
Doğru çözüme birlikte karar verme	16	11	12	39
Farklı çözümleri görme	11	12	14	37
Çözümleri yorumlama	12	13	12	37
Görüşlerin paylaşılması	13	12	11	36
Toplam				**234**

Sınıf tartışmalarına yönelik görüşler temasını altı kategori oluşturmaktadır. Bu kategoriler; hataları fark etme, etkili öğrenme, farklı çözümleri görme, çözümleri yorumlama, doğru çözüme birlikte karar verme ve görüşlerin paylaşılmasıdır. Tablo 5.37 incelendiğinde her sınıf düzeyinde farklı bir kategorinin öne çıktığı görülmektedir. Bu dikkat çekici bir bulgudur. Elde edilen bu bulguya açıklık getirilmesi amacıyla her bir kategori için öğrenci görüşleri ayrı ayrı incelenmiştir. Buna göre hataları fark etme kategorisinin daha çok sekizinci sınıf düzeyindeki öğrenciler tarafından dile getirildiği görülmektedir. Örnek olması amacıyla 8Ö10' un görüşlerine yer verilmiştir.

8Ö10. *"tahtada böyle ayrı ayrı gruplar olarak çözdüğümüzde birbirimizin yanlışlarını fark ettik, bence daha iyi oldu. Mesela ben o kadar emindim ki grupça bulduğumuz cevaptan, bizimki yanlış olamaz, hayır sizinki yanlış dedik. Onlar da aksini söyledi. Birbirimizin yanlışlarını fark edebildik böylece daha iyi oldu."*

Öğrenciler grup olarak belirledikleri çözümleri sonuna kadar savunduklarını ancak diğer çözümleri dinleyince kendi hatalarını fark ettiklerini ifade etmişlerdir. Ancak hangi çözümün doğru olduğuna karar vermek kolay olmamıştır. 8. sınıf olmaları itibariyle kendilerine olan güven duygusunun diğer sınıf düzeylerine göre daha yoğun olduğu söylenebilir. Bu nedenle öğrencilerin uygulamalar esnasında çözümlerini savunmada daha ısrarcı davrandıkları gözlenmiştir. Grup olarak yaptıkları çözümün doğru olduğunu ısrarla savundukları halde tahtada çözüm yaparken elde ettikleri doğru çözüme şüpheyle yaklaşmışlardır. Bu durumun nedenini

8Ö5. *"çözümü doğru yapan gruplar için daha iyi oldu. Hani kağıtta yanlış yapıp tahtada doğrusunu yaptıklarını fark ettiler. Sınıf ortamında ikna olmayanlar "bizim yaptığımız doğru" diyorlardı, bence kendi arkadaşlarından tepki çekmek istemiyorlardı."*

şeklinde belirttiği düşüncesiyle açıklamıştır. 8Ö5' in durumu açık bir şekilde tanımladığı görülmektedir. Bu duruma ilişkin olarak diğer sınıf düzeyindeki öğrencilerin görüşleri ise şöyledir:

6Ö13.*"iyi bir şey tabi. Mesela bir grup yanlış yaptıysa hatasını anlayabiliyor."*
7Ö5. *"kimin nasıl yaptığını öğrenmek, anlamayanların anlaması, yanlışların fark edilmesi açısından güzeldi."*

Bu görüşlerden yola çıkarak sınıf ortamında çözümlerin tartışılmasının hataları fark ettirmede etkili olduğunu söylemek mümkündür. 8Ö5 sınıf tartışmaları için "*İyi bir uygulamaydı. Yaptığımız hataları doğrudan görüp telafi ettik. Bu derste öğrendiklerini bence kimse unutmaz."* şeklinde görüş bildirmiştir. 8Ö5 bu düşüncesiyle etkili öğrenme kategorisine dikkat çekmektedir. Etkili öğrenme kategorisine ilişkin Tablo 5.37 incelendiğinde bu kategorinin 7. sınıf düzeyindeki öğrenci görüşlerinin öne çıktığı görülmüştür. Bu bulguyu desteklemek amacıyla öğrenci görüşlerinden örneklere yer verilmiştir.

7Ö17. *"tüm gruplar çözümlerini anlattı. Yapamadığım yerleri anlamıştım o zaman. Ben sınıf tartışmasında daha iyi öğrendim, daha rahat anladım."*
7Ö18. *"bu tür tartışmalar daha iyi bence. Daha iyi öğreniyoruz mesela biri bir şey söylüyor, onun hakkında mantık yürütüyoruz. Böyle daha da aklımızda kalıyor. Herkes doğru çözüme ulaşmak için çabalıyor. Bu nedenle ortaya daha verimli şeyler çıkıyor."*

Bu kategoriye ilişkin olarak 6. ve 8. sınıf düzeyindeki öğrencilerin görüşleri ise şöyledir:

6Ö20.*"kendi yanlışlarımızı, arkadaşlarımızın yaptığı yöntemle görüyoruz ve öğrenmiş oluyoruz. Öğrendiklerimiz daha kalıcı oluyor. Bu derste konuyu anladım."*
8Ö2. *"örtüşen ve ayrışan çözümler vardı. Çözümlerin tahtada olması, bunların nasıl ortaya çıktığının gösterilmesi, bizde olmayan şeyleri görebilmemiz açısından çok daha etkili oldu."*

Sınıf tartışmalarının bir ürünü olarak doğru çözüme öğrenciler birlikte karar vermişlerdir. Nitekim çözümler konusunda tüm gruplar görüşlerini paylaşmış ve hangi çözümün doğru olduğuna öğretmen yardımı almadan karar verebilmişlerdir. Bu kategoriye ilişkin olarak öğrenci görüşleri incelendiğinde 6. sınıf öğrencilerinin görüşlerinin en yüksek frekansa sahip olduğu görülmüştür. Öğrenci görüşlerinden biri bu duruma örnek olarak sunulmuştur.

6Ö16. *"normalde de problem çözüyoruz ama orada ses yok. Bir şey fark etmiyor. Burada farklı çözümler ortaya çıktı, birbirimizin çözümlerini inceledik, hangi çözümün doğru olduğuna kendimiz karar verdik. Öğretmenin doğru çözümü şu demesine gerek kalmadı."*

Benzer şekilde 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin de doğru çözüme birlikte karar verilmesi kategorisine ilişkin olarak görüşleri bulunmaktadır. Örnek olması amacıyla 8. sınıf öğrencilerinden 8Ö13' ün görüşlerine yer verilmiştir.

8Ö13. *"sınıf tartışmasında farklı düşünceler ortaya çıktı. Sonuçları farklı bulmuştu gruplar. Soruyu tekrar tekrar çözmemize rağmen hep aynı sonucu bulduk. Böyle çalışmalar ilgiyi topluyor. Sonuçta herkesin ilgisi oradaydı o an. Gözümün önünde canlandırdım da herkes onu düşünüyor, hangisi çıkacak, kim haklı, kiminki doğru diye düşündüğü için daha etkili oldu. Hangisinin doğru olduğuna birlikte karar verdik."*

Tablo 5.37 incelendiğinde farklı çözümleri görme, çözümlerin yorumlanması ve görüşlerin paylaşılması kategorilerine her sınıf düzeyinden eşit ağırlıkta görüş bildirildiği ortaya çıkmaktadır. Örnek olarak aşağıdaki görüşlere yer verilmiştir.

6Ö4. *"hepimizin fikrini söylemesi açısından güzeldi. Kazanmak ya da kaybetmek korkusu da yok. Böyle daha iyi öğrendim."*
7Ö6. *bence öyle güzel oldu. Uygulayarak çözmek daha güzel oluyor. Yani şimdi dersi, konuyu işleyip sadece soruları çözmek ayrı, başka birinin çözümünü onunla birlikte yorumlamak ayrı bir şey. Yorum yapınca daha fazla bilgi sahibi olunuyor."*
8Ö15. *"zevkliydi, çünkü tahtada çözümlerin sunulması ve birlikte yorumlanması yarışma havası veriyordu. İnsanı hırslandıran, öğrenmeye motive eden bir durum. Tüm çözümleri tahtada görmek güzeldi."*

Öğrencilerin sınıf tartışmalarına yönelik görüşlerinden elde edilen bulgular ile sınıf ortamında yapılan tartışmaların öğrencilere birtakım katkılar sunduğu sonucuna ulaşmak mümkündür. Bu bağlamda grup çalışmalarının ve çözümlerin sınıf ortamında tartışılmasının öğrencilerin modelleme sürecinde yer alan uygulamalara ilişkin görüşlerini doğrudan etkilediği söylenebilir.

5.5.6 Modellemenin Matematik Derslerinde Kullanımı Temasına İlişkin Bulgular

Öğrencilerin modellemeye dayalı olarak gerçekleştirilen öğretime ilişkin bildirmiş oldukları görüşler incelendiğinde modellemeye matematik derslerinde yer verilmesi gerektiği konusuna değindikleri görülmüştür. Tablo 5.38' de modellemenin matematik derslerinde kullanımı temasına ilişki betimsel bulgulara yer verilmektedir. Modellemenin matematik derslerinde kullanımı teması altında yer alan görüşler incelendiğinde, öğrencilerin genelinin her sınıf düzeyinde ve her hafta kullanımı konusunda ortak düşünceye sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 5.38: Modellemenin Matematik Derslerinde Kullanımı Temasına İlişkin Betimsel Bulgular

Kategoriler	**Sınıf düzeyi**			**Toplam**
	6	**7**	**8**	
Her sınıf düzeyinde kullanımı	15	17	12	44
Her hafta kullanımı	16	13	14	43
Ara sıra	7	6	12	25
Her matematik dersinde kullanımı	4	6	7	17
Toplam				**129**

Görüşler incelendiğinde öğrencilerin modellemenin kullanımı için özel bir sınıf düzeyi belirtmedikleri görülmüştür. Ancak bulundukları sınıf düzeyinin öncesi ve sonrasına göre olarak değerlendirmelerde bulundukları ortaya konmuştur. Bu yönüyle modellemenin her sınıf düzeyinde kullanımı şeklinde bir kategori oluşturulmuştur. Buna göre altıncı sınıf öğrencilerinin görüşleri şöyledir:

6Ö10. *"yedinci ve sekizinci sınıfta ergenliğe girdiğimiz için kopmalar oluyor, bağlayıcı olacağını düşünüyorum. Matematik başarısı büyük bir oranda artabilir."*

6Ö16. *"yedinci ve sekizinci sınıfta böyle yapılsa çok daha iyi olur. Konular zor olacağı için daha yardımcı olur. Zor konuları kolaylaştırıyor. Akılda kalıcılığı daha çok arttırıyor."*

6Ö17. *"yedinci sınıfta, sekizinci sınıfta da devam edelim. Bu şekilde hem matematiği sevdiriyor hem de ders işliyorsunuz."*

Görüşler incelendiğinde bir öğrencinin ergenlik konusuna dikkat çektiği görülmektedir. Bu dönemin öğrenci üzerindeki olumsuz etkilerinin giderilmesinde modellemenin kullanılmasının önerilmesi dikkat çekici bir bulgudur. Bir diğer dikkat çekici bulgu yedinci ve sekizinci sınıf düzeylerinde konuların zorlaşabileceğinin belirtilmesi ve modelleme kullanımı ile matematik dersinin daha kolaylaşabileceği ve böylece matematik başarısının arttırılabileceği düşüncesidir.

Yedinci sınıf öğrencilerinin görüşlerinin ortak yönü matematiğin bu şekilde öğretilmesi ile daha eğlenceli olacağı ve öğrenirken eğlenecek olmalarıdır. Yedinci sınıf öğrencilerine göre eğlenerek matematik öğrenme fikri matematiği sevdirmeyi matematik başarısını beraberinde getirmektedir. Yedinci sınıf öğrencilerinin modellemenin her sınıf düzeyinde kullanılabileceği yönündeki görüşlerinden örnek olması amacıyla aşağıdaki görüşlere yer verilmiştir.

7Ö1. *"SBS' ye yönelik olsaydı bu uygulamalar sadece konu anlatılacaktı ama böyle hem eğlenceli hem dikkat çekici hem akılda kalıcı bir şey oldu."*

7Ö20. *"dersler böyle işlense güzel olur. Çünkü hem konuyu öğreniyoruz hem de öğrendiklerimiz daha çok pekişiyor. Matematiği seviyorum ama altıncı sınıftan beri böyle olsa daha başarılı olabilirdim."*

7Ö21. "*altıncı sınıftan beri böyle uygulamalar olsa herkes matematiği severdi, hem eğlenir hem öğrenirdik."*

Belirtilen bu görüşler içerisinde yine bir öğrenci Seviye Belirleme Sınavına (SBS) dikkat çekerek SBS' nin modelleme uygulamalarının içeriğini etkileyebileceğini ifade etmiş ve konu ağırlıklı öğretim yerine eğlenerek öğrenilen bilgilerin daha kalıcı nitelik taşıdığına vurgu yapmıştır. Öğrencilerin yedinci sınıf olmaları nedeniyle SBS faktörünün düşüncelerini etkilemeye başladığı söylenebilir. Bu bağlamda sekizinci sınıf öğrencilerinin görüşlerinde hangi durumlara dikkat çektikleri merak uyandırmaktadır. Sekizinci sınıf öğrencilerinin modellemenin her sınıf düzeyinde kullanımına yönelik olarak belirtmiş oldukları görüşler aşağıda yer almaktadır.

8Ö11. *"dersler altıncı sınıftan beri böyle işlenseydi bence matematik dersine ilgi daha yoğun olurdu. Bir problemle karşılaştığımızda en ince ayrıntısına kadar düşünebilirdik. Dikkat artardı, daha öğretici olurdu."*

8Ö12. *"altıncı sınıftan itibaren olmalı bence matematik böyle daha eğlenceli ve yapılabilir. Daha kolay öğreniyoruz bir kere, öğrendiklerimiz de daha kalıcı oldu. Matematiğin işlem demek olmadığını gördüm. Anlayarak öğrenmek daha keyifli, probleme farklı açılardan bakabilmeyi, matematiksel düşünmeyi öğrendim. Bu şekilde başarının artacağını düşünüyorum. Matematiği sevdirmede de etkili olduğunu düşünüyorum."*

Modellemenin her matematik dersinde kullanımı konusunda görüş bildiren öğrenciler bulunmaktadır. Öğrenciler modellemenin her matematik dersinde kullanılması yönünde görüş bildirirken bu düşüncelerini nedenleriyle açıklamışlardır. Buna göre öğrencilerin sınıf düzeyleri dikkate alınarak görüşlerine yer verilmiştir. Altıncı sınıf öğrencilerinden örnek olması amacıyla iki öğrencinin görüşü aşağıda yer almaktadır:

6Ö15. *"dersler böyle işlense daha eğlenceli olur. Öğrendiklerimiz aklımızda kalabilir, böyle daha iyi anlarız."*

6Ö11. *"dersler böyle işlenirse, konu daha bir etkili olur. Daha çok ilgimizi çekiyor, daha çok çaba sarf ediyoruz, çözünce daha mutlu oluyoruz. Her derste böyle uygulamalar olsa daha iyi olur.*

Modellemenin kullanımı ile ilgili olarak olası beklentilerin dile getirildiği görülmektedir. Altıncı sınıf öğrencileri gibi yedinci sınıf öğrencilerinin de benzer görüşlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Yedinci sınıf öğrencilerinin modellemenin her matematik dersinde kullanımına yönelik bildirmiş olduğu görüşlerden bazıları aşağı yer almaktadır.

7Ö18. *"böyle etkinliklerle dersin işlenmesi daha iyi. Hızlı hızlı geçince insanın aklında bir şey kalmıyor. Her matematik dersinde böyle uygulamalar yapılsa iyi olur bence. Ben sıkılmam."*

7Ö16. *"bu uygulamalar matematik dersini daha eğlenceli hale getiriyor. Aslında her zaman böyle işlenmesi daha iyi olur, matematik başarısı artar, notlarımız yükselir."*

Sekizinci sınıf öğrencileri de modellemenin kullanılması halinde bu durumun matematik derslerine olası etkilerinden bahsetmişlerdir. Öğrencilerin bu şekilde özgür bir çalışma ortamı oluştuğuna, katılımın arttığına dikkat çektikleri görülmüştür. Modellemenin her ders kullanımı konusunda görüş bildirenlerin bu görüşlerini hataların fark edilmesine imkân sağladığı, matematik dersinin eğlenceli hale gelmesinde ve sevdirilmesinde etkili olabileceği görüşleri ile destekledikleri görülmektedir.

8Ö2. *"derste daha özgür bir ortam vardı, iyiydi açıkçası, ben çok beğendim. Her matematik dersinde böyle uygulamalar yapılırsa gerçekten çok iyi olur."*
8Ö16. *" dersler böyle işlense katılım daha fazla olur."*
8Ö10. *"dersler böyle işlenirse matematiğe olan ilgimiz artar, hatalarımızı görmede, fark etmede daha yararlı olur."*

Modellemenin matematik derslerinde kullanımı temasına ilişkin olarak öğrencilerin görüşleri incelendiğinde bir diğer kategori olarak modellemenin her hafta kullanılması kategorisi ortaya çıkmıştır. Altıncı sınıf düzeyinde öğrencilerin görüşleri şöyledir:

6Ö9. *"matematik haftada 4 saat, haftanın 2 saati böyle olsa iyi olabilir."*
6Ö21. *"haftada bir olsa iyi olur böyle."*
6Ö7. *"böyle uygulamalara haftada bir gün yer verilmeli. Bir ders, yetmediği zaman iki dersi alabilir."*
6Ö12. *"bu uygulamalar haftada 1-2 defa yapılabilir."*
6Ö20. *"dersler böyle işlense çok iyi olur, konuyu tekrar etmiş oluruz. Haftada iki ders saati buna ayrılmalı."*

Yedinci sınıf öğrencilerinden ikisinin görüşleri duruma örnek olması amacıyla aşağıda sunulmaktadır:

7Ö14. *"haftada bir defa yapsak iyi olur. Hem konuyu toparlamış oluruz hem de eğleniriz."*
7Ö5. *"haftada 4 saat var bence son 2saatinde olmalı. Hem konu iyice pekişmiş olur."*

Benzer şekilde sekizinci sınıf öğrencilerinin görüşleri aşağıda yer almaktadır:

8Ö12. *"haftada 2 saat böyle olabilir. Temel, belli başlı konular verildikten sonra olursa hem konuyu toparlıyor hem de mesela öğrendiklerimizi pekiştiriyoruz, aklımızda daha çok kalıyor."*
8Ö14. *"sürekli olmasa da haftada bir derslerin böyle işlenmesi daha iyi olur."*

Modellemenin her hafta kullanımı konusunda görüş bildirenlerin yanı sıra 2-3 haftada bir, ayda bir gibi kullanımlara dikkat çekilmiştir. Bu kullanımlar ara sıra kategorisi altında toplanmıştır. Buna göre altıncı sınıf öğrencilerinin görüşleri şöyledir:

6Ö6. *"her hafta yapılsa sıkıcı olmaz da her hafta mesela konu işleyemeyebiliriz. Ama 2-3 haftada bir olsa o zaman çok güzel olur."*
6Ö10. *"çok sıkıcı da olmasın çok az da olmasın. Mesela ayda iki kez falan olabilir."*

Yedinci sınıf öğrencilerinin görüşlerine aşağıda yer verilmiştir:

7Ö6. *"her ders yapılırsa bütün sınıf gevşer herhalde. Arada renk katmak için yapılması lazım."*
7Ö8. *"birkaç derste bir yapsak, konunun tam oturmasını sağlıyor bu."*
7Ö11. *"bence arada bir olursa hem eğlenceli olur hem daha çok sevilir matematik dersleri."*

Sekizinci sınıf öğrencilerinin görüşleri şöyledir:

8Ö7. "*matematik derslerinde sürekli olmasa da ayda bir konuların daha iyi pekişmesi için yapılması lazım."*
8Ö6. *"matematik öğrenme daha kalıcı olur, çözüm yolları daha iyi olur. Bu dersteki öğrendiklerimden yola çıkarak sınavda daha iyi olacağımı düşünüyorum. Dersler haftada bir değil de ayda bir böyle işlenmeli bence."*

Modellemenin kullanımı konusunda her ders, her sınıf düzeyi, her hafta ya da ara sıra kategorilerinin yanı sıra öğrenciler hangi durumlarda modelleme kullanımına gereksinim olduğuna da değinmişlerdir. Buna göre konuya başlarken, konunun verilmesi aşaması, konu işlendikten sonra olmak üzere üç durum ortaya çıkmıştır. Konuya başlarken modellemenin kullanımı yönünde görüş bildiren altıncı sınıf öğrencisi 6Ö3 bu görüşünü "Konuya başlarken de olabilir hani orada dikkatimizi çekiyor, hemen anlayabiliriz." şeklinde ifade etmiştir. 6Ö7 ise "Konunun ortalarında gelinse daha iyi olur. Bu tür uygulamalar öğrenmeyi daha da kolaylaştırabilir, matematiği eğlenceli hale getirebilir, matematiği sevmeyen arkadaşlarımıza sevdirebilir." şeklinde görüşünü sunmuştur. Öğrenciler daha çok konu işlendikten sonra modellemeye yer verilmesi gerektiğini düşünmektedir. Bu bağlamda yedinci ve sekizinci sınıf düzeyinde bulunan öğrencilerin görüşlerine sırasıyla yer verilmiştir.

7Ö6. *"konuyu işledikten sonra 2-3 tane böyle bir uygulama yapılıp tekrar soru çözümüne geçilebilir. Bu her ünitede yapılabilir, zamanımızı çok kolay yetiştirebiliriz."*
7Ö19. *"konu işlendikten sonra yapılırsa daha güzel olur."*
7Ö12. *"konu bitimlerinde yer verilmesi daha uygun olur. Yani herkesin bildiği bir konu olursa daha iyi olur."*
8Ö5. *"konu tekrarı olarak böyle yaparsak daha akılda kalıcı oluyor."*
8Ö15. *"uygulamaların konu işlendikten sonra verilmesi taraftarıyım. Böylece uygulamaların daha öğretici olacağını düşünüyorum."*

Öğrencilere hangi konularda modellemenin kullanımına yer verilmesini istedikleri sorulmuştur. Bu konuda görüş bildiren yedinci sınıf öğrencilerinin görüşlerinden birkaçına aşağıda yer verilmiştir.

7Ö4. *"her konuda böyle etkinlikler olabilir ama her derste olmaz."*
7Ö14. *" geometride olabilir, cebirde olabilir."*
7Ö5. *"matematiğin çoğu konusuna uygulanabileceğini düşünüyorum. Mesela kesirlerde, oran-orantıda, olasılıkta, geometrik cisimlerde."*

Sekizinci sınıf öğrencilerinden 8Ö2, 8Ö4 ve 8Ö12' nin görüşleri örnek olması amacıyla aşağıda sunulmuştur.

8Ö2. *"bazı konularda etkili olmayabilir ama geometri konularında özellikle çok etkili olacağını düşünüyorum. Hani böyle denklemler, cebirsel ifadeler, vb. konularda çok etkili olabileceğini düşünmüyorum."*

8Ö4. *" bence bütün derslerde böyle yapsak daha iyi olur. Her hafta bu olmalı bence ya da her konuda olmalı bence."*

8Ö12. *"özellikle geometri ağırlıklı konularda daha güzel."*

Modellemenin matematik derslerinde kullanımına ilişkin görüşler incelendiğinde modellemenin kullanım nedenlerini kısaca matematiği eğlenerek öğrenme düşüncesi, öğrenilenlerin pekiştirilmesi, matematiğin sevdirilmesi, okula uyum ve ergenlik sorunlarının aşılması, dersin monotonluktan kurtulması, derse dikkat çekilmesi ve matematik başarısının arttırılması olarak sıralamak mümkündür. Matematiğin modelleme uygulamaları ile eğlenceli hale geldiği tüm öğrenciler tarafından bildirilmiştir. Ancak 8Ö14 sekizinci sınıf olması nedeniyle SBS faktörüne dikkat çekmiştir. Buna göre, "SBS olmasaydı matematiğin eğlenceli yönlerini çıkaran bu tür uygulamalara yer verilmesini isterdim. O zaman bu uygulamaları daha fazla yapabilirdik Haftada 1-2 defa olabilirdi." şeklinde belirttiği bu düşüncesiyle modellemenin uygulanabilirliğini etkileyen faktörleri açığa çıkarmıştır. 7Ö8 de sınıf mevcudu açısından uygulanabilirliği sorgulamıştır.

7Ö8. *"sınıf mevcudumuz çok fazla bence uygun değil ama yarısı kadar olsa daha iyi olur."*

8Ö14 ve 7Ö8, SBS ve sınıf mevcuduna dikkat çekerken öğrencilerin genelinin uygulanabilirliği olumsuz yönde etkileyecek bir durum belirtmedikleri ortaya çıkmıştır. İki öğrencinin görüş bildirerek ortaya koyduğu bu durum çalışmanın bir bulgusu olduğu için değerlendirme dışında bırakılmamış ve bu haliyle çalışmada yer verilmiştir.

5.5.7 Kamera Çekiminin Etkileri Temasına İlişkin Betimsel Bulgular

Modellemeye dayalı olarak gerçekleştirilen öğretim esnasında öğrenci çalışmaları video kamera ile kayda alınmıştır. Bunun için öğretim öncesinde öğrencilere sadece çalışmalarının çekileceği konusunda bilgi verilmiş ve güvenli bir çalışma ortamı oluşturulduktan sonra çekimlere başlanmıştır. Öğrencilere uygulamalar esnasında kamera çekimi yapılmasının çalışmalarını etkileyip etkilemediği özellikle sorulmamıştır. Ancak bu temaya ait betimsel bulgulara Tablo 5.39' da yer verilmiştir.

Tablo 5.39: Kamera Çekiminin Etkileri Temasına İlişkin Betimsel Bulgular

Kategoriler	Sınıf düzeyi			Toplam
	6	7	8	
Rahatsız olmama	11	4	6	21
Daha çok çalışma isteği duyma/motive etme	7	4	6	17
Tedirgin olma	3	2	3	8
Eğlenceli bulma	6	1	-	7
Heyecanlanma	2	2	1	5
Zamanla alışma	-	2	2	4
Mutlu olma	1	2	-	3
Toplam				**65**

Tablo 5.39 incelendiğinde bu konuda görüş bildiren öğrencilerin genellikle kamera çekiminden rahatsız olmadıklarını belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra öğrenciler kamera çekiminin çalışmalarına olumlu yönde etkilerinin olduğunu ve bu durumdan duydukları memnuniyeti dile getirmiştir. İlk başta tedirgin olma ya da heyecanlanma gibi durumlar yaşayan öğrenciler bu durumun uzun süre devam etmediğini, çalışmaya odaklanınca kamerayı fark etmediklerini ifade etmişlerdir. Bir diğer bulgu olarak kamera çekiminden mutlu olan ve hatta bunu eğlenceli bulan öğrenciler olmuştur. Belirlenen kategorilere açıklık getirmek amacıyla her sınıf düzeyinden öğrenci görüşüne yer verilmesi uygun görülmüştür. Buna göre öğrencilerin görüşleri şöyledir:

6Ö10. *"kameradan rahatsız olmadım. Doğrusunu yapalım diye daha da hırslandık."*
6Ö3. *"kamera çekimi rahatsız etmedi, hatta çok hoşuma gitti."*
6Ö15. *"kamera çekimi eğlenceli geldi bana, bizim düşüncelerimizi çektiniz. Benim çok hoşuma gitti."*
7Ö15. *"kamera çekiminden açıkçası mutlu oldum. Daha çok hırslandık."*
8Ö9. *"ben zaten çalışmaya yöneldiğim için kamera ile çekim yapıldığının farkında bile değilim. Hiç etkilemedi beni."*

Kamera çekiminin olumlu yönde etkileri olduğu konusunda görüş bildirenlerin sayısı oldukça fazladır. Bununla birlikte bazı öğrenciler kısa süreli de olsa tedirginlik yaşadıklarını, heyecanlandıklarını belirtmişlerdir. Ancak öğrenciler bu durumun uzun süre devam etmediğini, model oluşturma etkinlikleri ile uğraşırken kendilerini çalışmaya kaptırdıklarını, çekim yapıldığını fark etmediklerini ifade etmişlerdir. Bu yönde düşüncesini açıklayan öğrencilerin görüşlerine aşağıda yer verilmiştir.

6Ö17. *"önce biraz heyecanlandık, daha düzgün yapmaya çalıştık. Ama sonra keyif aldık."*
7Ö14. *"video çekimi olacağını duyunca heyecanlandım, ama sonra ilgimi çekti. Çünkü daha önce video çekimi yapılan bir çalışma olmamıştı ne sınıfta ne okulda. O yüzden ilgimi çeken, meraklanmamı sağlayan bir şey oldu. Kameranın olması beni rahatsız etmedi, çalışmalarımı etkilemedi."*

8Ö5. *"kamera çekiminde biraz şaşırdım sonra da alışınca problem olmadı. Bence kamera derslerde olmalı. Böylece hatalarımızı görme fırsatı olur, kaçırdığımız yerleri izleyebiliriz."*

8Ö5 kamera çekiminde ilk olarak yaşadığı şaşkınlığı belirtirken bu durumun uzun sürmediğini, çalışmalarını etkilemediğini belirtmiş ve hatta derslerde kamera kullanılması yönünde görüş bildirmiştir. 8Ö5 bu düşüncesi ile bir başka duruma dikkat çekmiştir. Kamera kullanımı konusunda önerilerde bulunan öğrenciler bu durumu tercih etme nedenlerini şöyle sıralamışlardır:

6Ö7. *"kamera çekiminden hiç etkilenmedim. Beni motive etti. Derslerde video çekimi olsa iyi olur."*

7Ö21. *"kamera çekimi beni rahatsız etmedi, daha mutlu etti. Kendimi başkalarının önünde görme fikri hoşuma gitti. Birinin beni incelemesi, bilgilerime bakması beni mutlu eder."*

8Ö14. *"kamerayı görünce açıkçası daha iyi geldi bana. Kimin ne hata yaptığı, insanların bazen görüp de kaçırdığı yerler oluyor. Onu kameradan izlediğimizde o eksikleri fark edebiliriz. Kamera derslerde kullanılırsa iyi olur benim adıma."*

Kamera çekiminin matematik derslerinde kullanılmasının olumlu yönde etkilerinin olduğu öğrenci görüşleri ile ortaya konmaktadır. Sonuç olarak matematik derslerinde her zaman olmamak kaydıyla, ki bu öğrencilerin hemen hemen hepsinin üzerinde durduğu bir kriter olmakla birlikte, belli uygulamalarda, belli dönemlerde kullanılmasının uygun olacağı düşünülmektedir.

5.6 İlköğretim Matematik Öğretmenlerinin Modellemenin Uygulanabilirliğine İlişkin Görüşme Verilerinden Elde Edilen Bulgular

Öğretmen adaylarının MEB' e bağlı kurumlara öğretmen olarak atandıktan sonraki meslek yaşamlarında modellemenin uygulanabilirliğine ilişkin görüşlerinin sunulduğu bu bölümde görüşme verilerine ait betimsel bulgular Tablo 5.40' ta verilmiştir.

Tablo 5.40: İlköğretim Matematik Öğretmenlerinin Matematik Dersinde Modellemenin Kullanımına İlişkin Görüşlerine Ait Frekans Dağılımı

Temalar	**Frekans (f)**	**Yüzde (%)**
Modellemenin öğrenmeye katkıları	122	32
Modelleme algısı	118	30
Modellemenin uygulanabilirliğini etkileyen faktörler	104	27
Modellemenin kullanımı	43	11
Toplam	**387**	**100**

Tablo 5.40’ a göre görüşlerden elde edilen nitel verilerin analizi sonucunda 387 görüş ortaya çıkmıştır. Bu görüşlerden 122’ si modellemenin öğrenmeye katkıları, 118’ i modelleme algısı, 104’ ü modellemenin uygulanabilirliğini etkileyen faktörler ve 43’ ü modellemenin kullanımı temaları altında toplanmıştır. Bu temalar sırasıyla 32’ lik yüzdeyle modellemenin öğrenmeye katkıları, 30’ luk yüzdeyle modelleme algısı, 27’ lik yüzdeyle modellemenin uygulanabilirliğini etkileyen faktörler ve 11’ lik yüzdeyle modellemenin kullanımıdır. Bu bölümde görüşme bulgularını sunan her bir tabloda kategorilerin kaç ilköğretim matematik öğretmeni tarafından ifade edildiğini gösteren frekans ve yüzde değerleri bulunmaktadır. Yüzdeler belirlenirken bu durumun dikkate alındığı unutulmamalıdır.

5.6.1 Modellemenin Öğrenmeye Katkısı Temasına İlişkin Bulgular

İlköğretim matematik öğretmenlerinin görüşleri doğrultusunda en yüksek yüzdeye sahip olan tema modellemenin öğrenmeye katkısı temasıdır. Bu, öğretmen adayları ve öğrenciler açısından da en çok gözlenen durumdur. Buradan yola çıkarak paydaşların modellemeyi daha çok matematik öğrenmeye katkı açısından değerlendirdiği söylenebilir. Tablo 5.41’ de modellemenin öğrenmeye katkısı temasına ilişkin betimsel bulgulara yer verilmiştir.

Tablo 5.41: Modellemenin Öğrenmeye Katkısı Temasına İlişkin Yüzde ve Frekans Dağılımı

Kategoriler	**Frekans (f)**	**Yüzde (%)**
Aritmetik genellemeden cebirsel genellemeye geçişi sağlaması	11	65
Kalıcı öğrenmeyi sağlaması	11	65
Problem çözme becerisini geliştirmesi	10	59
Matematiksel muhakeme gibi üst düzey bilişsel etkinliklerde öğrenciyi geliştirmesi	10	59
Bilginin öğrenci tarafından yapılandırılması	9	53
Matematik dersine ilgiyi çekmesi ve devamlı kılması	9	53
Matematiksel başarı elde edilmesi	9	53
Araştırmaya sevk etmesi	8	47
Matematik bilgisinin derinlemesine gelişimini sağlaması	8	47
Aktif katılımı teşvik etmesi	8	47
Dersi daha zevkli işlenir hale getirmesi	7	41
Yaratıcı düşünmeye sevk etmesi	7	41
Ezberi engellemesi	7	41
Günlük yaşam problemlerini matematikleştirme imkânı sağlaması	4	24
Öğrencinin sahip olduğu matematik bilgisini örgütlemesi	4	24

Tablo 5.41 incelendiğinde göze çarpan ilk durum her kategoride günümüz matematik programının öğrencilere kazandırmak istediği becerilere ilişkin ifadelerin yer aldığıdır. Ancak öne çıkan kategoriler, bir başka ifadeyle beceriler olduğu görülmektedir. Örneğin ilk dört beceride en az % 59' luk bir oran ile karşılaşılmaktadır. Bu anlamda modellemenin aritmetik genellemeden cebirsel genellmeye geçişi sağlaması ve kalıcı öğrenmeyi sağlaması konusunda görüş bildirenlere örnek olması amacıyla İMÖ10' un ve İMÖ3' ün görüşleri verilebilir.

İMÖ10. *"aritmetik genellemeden cebirsel genellemeye geçişi sağlayabileceğine inandığım modelleme..."*
İMÖ3. *"çok olumlu sonuçlar aldım. Seviyesi çok kötü olan bir öğrenci bile konu hakkında fikir sahibi oldu."*

Benzer şekilde problem çözme becerisini geliştirme ve matematiksel muhakeme gibi üst düzey bilişsel etkinliklerde öğrenciyi geliştirmesi yönünde görüşler de öne çıkan diğer kategorilerdir. Bu yönde gelen görüşlere örnek olması amacıyla

İMÖ14. *"problem çözme becerilerinin bu yolla gelişebileceğini düşünüyorum."*
İMÖ6. *"modelleme ile farklı düşünme ve matematiksel muhakeme yollarını öğrenebilirler."*

şeklinde İMÖ14 ve İMÖ6' nın görüşlerine yer verilmiştir. Bilginin öğrenci tarafından yapılandırılması, matematik dersine ilgiyi çekmesi ve devamlı kılması ve matematiksel başarı elde edilmesi konusunda görüş bildirenlere örnek olması amacıyla da

İMÖ8. *"uygulanabilecek konularda uyguladım. Uygulamaların çoğunda da başarılı oldu."*
İMÖ11. *" hedeflenen kazanımı özümsetmede yaklaşık % 80 başarı elde ettim."*
İMÖ3. *"çok olumlu sonuçlar aldım. Seviyesi çok kötü olan bir öğrenci bile konu hakkında fikir sahibi oldu."*
İMÖ13. *"öğrencilerimin derse zevkle katıldığını gördüm. Öğrencinin derse ilgisini çekmek önemli ve modelleme bunu sağlıyor."*

şeklinde görüşlere yer verilmiştir. Bu görüşlere ek olarak aktif katılımı sağlaması, matematik bilgisinin derinlemesine gelişimini sağlaması, araştırmaya sevk etmesi, dersin zevkle işlenir hale gelmesi gibi görüşler de bulunmaktadır. İMÖ12, İMÖ16 ve İMÖ1' in görüşleri duruma örnek olarak sunulmuştur.

İMÖ12. *"modellemenin öğrenciyi daha aktif kılacak etkili bir öğretim tekniği olduğunu düşünüyorum."*
İMÖ16. *"modellemenin konuyu pekiştirmede etkili olduğunu, öğrencilere öğrendiklerini uygulama imkânı verdiğini ve bunu yaparken de araştırmaya sevk ettiğini düşünüyorum."*
İMÖ1. *"modelleme uygulamaları yaptıkça matematik öğretmenin hem bizim için hem de çocuklar için daha eğlenceli hale gelebileceğini gördüm."*

Son olarak İMÖ2' nün ve İMÖ4' ün görüşlerinin modellemenin öğrenmeye katkılarını özetler nitelikte olduğu söylenebilir.

İMÖ2. *"öğrencilerimin gerçek anlamda soyut düşünceleri gelişmiş değil ve problem üzerine düşünmelerini sağlamak matematiği daha kolay anlamlandırmalarını sağlıyor. Öğrencilerin matematiği sadece sembol ve sayılardan oluşan bir ders olarak düşünmelerini engelliyor. Daha da önemlisi matematik korkusu değil matematik sevgisi oluşturuyor."*

İMÖ4. "öğrencinin kendi bilgisini ön öğrenmeleri ile birleştirerek örgütlemesini ve kendi bilgisini yapılandırmasını sağlıyor."

İlköğretim matematik öğretmenlerinin görüşleri incelendiğinde ortaya çıkan kategorilerin, bir başka ifadeyle programda yer alan becerilerin kazandırılmasında modellemenin etkin rol oynadığını söylemek mümkündür.

5.6.2 Modelleme Algısı Temasına İlişkin Bulgular

İlköğretim matematik öğretmenlerinin görüşleri incelendiğinde öğretmenlerin matematik eğitiminde modellemeye ilişkin olumlu algı geliştirdikleri görülmektedir. Benzer şekilde öğretmenlerin sahip oldukları bu algıları oluşturan kategoriler, onların modelleme hakkında bilgi sahibi olduklarını da ortaya koymaktadır. Bu bağlamda Tablo 5.42 öğretmenlerin modellemeye ilişkin algılarını sunmaktadır.

Tablo 5.42: Modelleme Algısı Temasına İlişkin Yüzde ve Frekans Dağılımı

Kategoriler	**Frekans (f)**	**Yüzde (%)**
Süreçte gerçek hayat problemlerinin kullanılması	17	100
Gerçek hayat durumlarının matematik yardımıyla açıklanması	17	100
Matematiksel modellerin oluşturulması ve problem çözmede kullanılması	16	94
Matematikleştirmenin odakta olması	15	88
Matematik öğrenmede kullanılacak en iyi araçlardan biri olması	15	88
Yenilikçi bir yaklaşım olması	13	76
Düşünmeyi gerektiren bir süreç olması	11	65
Yeni programa uygun olması	9	53
İnformal bilgiden formal matematiksel bilgiyi inşa etmede araç olması	5	29

Tablo 5.24 incelendiğinde modelleme sürecinde gerçek hayat problemlerinin kullanıldığı ve gerçek hayat durumlarına matematik yardımıyla açıklık getirildiği yönünde öğretmenlerin tümünün görüş bildirdiği görülmektedir. Bu anlamda matematiksel modellerin oluşturulmasının ve problem çözmede kullanılmasının bir diğer belirleyici kategori olduğu söylenebilir. Modellemeye ilişkin olarak sunulan bu 3 kategoriden yola çıkarak öğretmenlerin modellemeyi süreç yönüyle

değerlendirdikleri anlaşılmaktadır. Bu durumlar neredeyse tüm öğretmenler tarafından bildirildiği için diğer kategorilerle birlikte özet niteliğinde olması amacıyla aşağıdaki görüşlere yer verilmiştir:

İMÖ15. "*öğrenciyi matematikleştirmenin odak noktasına koyuyor.*"
İMÖ6. *"bence modelleme yaklaşımı tam da yeni matematik öğretim programında öğrencilerin ulaşması istenen kazanımları edindirecek bir anlayış."*
İMÖ4.*"informal matematik bilgiden formal matematik bilgisine ulaşılmaya çalışılmakta ve süreçte gerçek hayat problemleri kullanılmaktadır."*
İMÖ10. *"aritmetik genellemeden cebirsel genellemeye geçişi sağlayabileceğine inandığım modelleme bu sürece hizmet eden en iyi araçlardan biri olabilir."*

Çalışmaya katılan ilköğretim matematik öğretmenlerinin modelleme hakkında olumlu yönde algıya sahip olmaları nedeniyle bu durumun uygulanabilirliği olumlu yönde etkileyeceği söylenebilir.

5.6.3 Modellemenin Kullanımı Temasına İlişkin Bulgular

İlköğretim matematik öğretmenlerinin modellemeye derslerinde nasıl yer verdiklerini açıkladıkları görüşlerinden elde edilen kategorilere Tablo 5.43' te yer verilmiştir.

Tablo 5.43: Modellemenin Kullanımı Temasına İlişkin Yüzde ve Frekans Dağılımı

Kategoriler	**Frekans (f)**	**Yüzde (%)**
Yeni üniteye/konuya başlarken	11	65
Matematiksel muhakeme gerektiren durumlarda	8	47
Konu ile ilgili temel bilgiler verildikten sonra	7	41
Ünite/ Konu sonunda	6	35
Konuyu somutlaştırmada	5	29
Konuyu pekiştirme	4	24
Konunun anlaşılmadığı durumlarda	2	12

Tablo 5.43 incelendiğinde ilköğretim matematik öğretmenlerinin modelleme uygulamalarına öğretim öncesinde, öğretim esnasında veya sonunda olmak üzere yer verdikleri görülmektedir. Ayrıca bu 3 durum içinde modellemenin kullanımının daha çok öğretim öncesinde ve süreçte tercih edildiği ortaya çıkmaktadır. Lesh ve Doerr (2003a) ve English (2006) modelleme sürecinin karmaşık sistemleri matematiksel olarak anlamlı hale getirebilmek için bir yaklaşım ortaya koyduğunu ifade etmişlerdir. Buradan yola çıkarak modellemenin uygulanabilirliğinin öğretmenler tarafından neden öğretim öncesinde ve öğretim esnasında tercih edildiği söylenebilir.

Öğretim öncesinde yeni ünite ya da konuya modelleme uygulamalarıyla başlayan matematik öğretmenleri konu ile ilgili temel bilgi ve kavramlara modelleme ile ulaşılmasının daha uygun olduğunu ifade etmişlerdir. Bu görüşlere örnek olması amacıyla aşağıdaki görüşlere yer verilmiştir.

İMÖ9. *"genellikle yeni konuya başlarken kullanıyorum, daha sonra konuyla ilgili bol bol soru çözüyorum"* ,

İMÖ15. *"yeni konuya başlarken daha çok kullanıyorum. Çünkü hem öğrenci bilgisinin geriye dönük olarak ortaya çıkmasını sağlıyor hem de yeni konu hakkında fikir sahibi olmayan öğrencilerin modelleme uygulamaları ile yaratıcı fikirler ortaya atarak yeni konuyu içselleştimesini sağlıyor."*

İMÖ3. *"genelde konuya başlarken kullanıyorum. Dikkat çekme ve öğrencileri derse katma açısından çok etkili oluyor."*

İlköğretim matematik öğretmenlerinin önemli bir diğer tercihi öğretim esnasında modelleme uygulamalarına yer vermeleridir. Öğretim esnasında kimi öğretmenler konu ile ilgili temel konular verildikten sonra modellemeyi kullandığını belirtirken kimisi matematiksel muhakeme gerektiren durumlarda kullanmayı tercih ettiklerini belirtmişlerdir.

İMÖ4. *"modellemeyi konunun girişi yapıldıktan sonra yani konu hakkında bir fikir oluşturmaya başladıktan sonra tercih ediyorum."*

İMÖ15. *"modellemeyi dersin geliştirme kısmında kullanmayı tercih ediyorum. Öğrencilerimin seviyesi düşük olduğundan derse başlamadan önce modellemeyi kullanabilmem için ön bilgilerin hatırlatılması gerekir."*

Matematiksel muhakeme gerektiren durumlarda kullanmayı tercih eden matematik öğretmenlerinden biri *"bazen konu içinde verilmesi gereken bir genelleme söz konusu ise öğretimin ilerleyen zamanlarında modellemeye başvurabiliyorum"* ve bir diğeri ise *"modellemeyi konunun özünü kavrattıktan sonra uygulama amaçlı kullanıyorum"* şeklinde görüş bildirerek temel bilgiler verildikten sonra kullanmayı tercih ettiğini söylemiştir. Öğretim esnasında modellemenin kullanılması yönünde görüş bildiren öğretmenlerin ilk iki tercihini bu kategori oluşturmaktadır. Diğer kategorileri oluşturan konuyu somutlaştırmada, konuyu pekiştirme ve konunun anlaşılmadığı durumlarda modellemenin kullanımını tercih eden bir matematik öğretmeninin görüşüne aşağıda yer verilmiştir.

İMÖ8. *"Anlatılacak konu öğrenciler için soyut bir konuysa somutlaştırmak için kullanıyorum. Bir de ezbere kaçan konularda formül ezberletmek yerine işin mantığını öğretirken kullanıyorum. Örneğin özdeşlikleri anlatırken tam kare ifadelerde olduğu gibi…"*

Öğretim öncesi ve sonrasında modelleme kullanımını tercih eden matematik öğretmenlerine İMÖ12' nin, İMÖ1' in ve İMÖ16' nın görüşlerinde rastlanmıştır.

İMÖ12. *"konuya başlamadan önce ve genel değerlendirme kısmında kullanmayı tercih ediyorum."*

İMÖ1. *"konuya başlarken çocukların konuya olan ilgilerini arttırmak için kullanıyorum. Bazen de konuyu zihinlerinde canlandırabilmeleri için konu sonunda kullanıyorum."*

İMÖ16. *"öğrencilerin ön bilgilerinin olduğu konulara başlarken kullanıyorum. Eğer konu hakkında bilgileri yoksa ön koşul öğrenmeleri tamladıktan sonra ya da konu sonunda kullanıyorum."*

Matematik programında yer alan öğrenme alanları açısından modellemenin kullanımına ilişkin öğretmen görüşleri de alınmıştır. Buna göre ilköğretim matematik öğretmenlerinin modelleme etkinliklerini % 32' lik bir oranla cebir, % 29' luk bir oranla geometri, % 14' lük oranlarla ölçme ve sayılar, % 11' lik oranla istatistik ve olasılık öğrenme alanlarında kullanmayı tercih ettikleri bilgisine ulaşılmıştır. İlköğretim matematik öğretmenleriyle yapılan görüşler incelendiğinde cebir ve geometri alanlarının modelleme yapmaya daha uygun olduğunu ifade ettikleri belirlenmiştir. Pollak (2003) matematiksel modelin belli öğrenme alanlarında (cebir, geometri ve istatistik) yerleşik olduğunu ifade etmiştir. Bunun nedeni olarak modellerin formül ve algoritma içermeleri gösterilmiştir. İlköğretim matematik öğretmenlerinin görüşleri incelendiğinde hem bu durumun hem de öğrenciler üzerindeki olumlu etkilerinin dikkate alındığı göze çarpmaktadır.

İMÖ16. "*modellemeyi genelde cebir, ölçme, olasılık ve istatistik alanlarında kullanıyorum. Öğrenciler için kalıcı bir öğrenme ortamı oluşturuyor."*

İMÖ8. *"cebir alanında kullanıyorum, öğrencilerin anlaması açısından daha etkili oluyor."*

İMÖ12. *"modellemenin geometri için uygun olduğunu düşünüyorum ve genelde geometri öğretiminde kullanıyorum."*

İlköğretim matematik öğretmenlerinin görüşleri incelendiğinde modelleme uygulamalarını hazırlama ve uygulamada kendi deneyimlerinin de etkili olduğu bilgisine ulaşılmıştır. Diğer faktörler ise öğretmenlerin uygulama yapacakları sınıflardaki öğrenci profili ve program yoğunluğudur. Bu faktörlerin modelleme uygulamaları için seçilen alanları etkilediği bulgusu öğretmelerin görüşleriyle desteklenmektedir.

İMÖ11. *"cebir ve sayılar alanında daha rahat kullanıyorum. Diğer alanlara aktarmakta zorlanıyorum."*

İMÖ5. *"cebir, ölçme ve sayılar alanında etkinlik hazırlamak daha kolay olduğu için o alanlarda kullanıyorum."*

İMÖ1. *"ölçme ve geometri alanlarında kullanıyorum. Bu alanlar gerçek yaşama daha yakın olduğu için uygulaması daha rahat oluyor."*

İMÖ14. *"daha çok sayılar ve ölçme alanlarında kullandım. Sadece 5. sınıflarda uygulayabiliyorum. Diğer sınıflarda müfredatı yetiştirmekle uğraşıyorum."*

İMÖ13. *"modellemeyi daha çok sayılar alanında, günlük hayatta karşılarına çıkabilecek problemler için kullanıyorum."*

İMÖ2. *"geometri ve cebir alanları daha soyut konulara sahip olduğu için önceliğim bu alanlarda kullanmak."*

Burada ilköğretim matematik öğretmenlerinin modellemeyi hangi öğrenme alanlarında nasıl kullandıklarını görmek adına modellemeyi ne tür etkinlerde kullandıklarını bilmek de önem taşımaktadır. Bu anlamda öğretmenlerin verdikleri yanıtlar incelendiğinde her bir öğrenme alanı için örnek problem durumlarını sunabildikleri görülmüştür. Öğretmenler; geometride π sayısının keşfinde, sayılar alanında sayılar arası ilişkileri bulurken, cebirde Harezmi' nin karelerini kullanarak özdeşliklerde daha sık kullanabileceğini belirtmişlerdir. Yine ölçme ile yapılan etkinlikleri sosyal bilgiler ya da fen bilgisi derslerine ait kavramlarla ilişkilendirdiklerini ifade etmişlerdir. Buna örnek olarak bir bölgenin haritasının alanı ya da bir borudan sızan petrol birikintisinin alanını buldurma gibi etkinlikler verilmiştir. İstatistik ve olasılık alanında bir olayın olasılığını bulmada ya da ağaç grafikleri sonucu ortaya çıkan kurallarda modellemenin kullanılabildiği etkinliklerin öğretmenler tarafından kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu etkinlikler yoluyla modellemenin tüm öğrenme alanlarına uygun olarak kullanılabileceği söylenebilir.

Modellemenin öğrenme alanlarında uygulanması öğretmenlerin modellemeyi kullanım sıklığına da yansımaktadır. Modellemenin kullanım sıklığına bakılacak olursa en yüksek frekansa ara sıra kategorisinin sahip olduğu ortaya çıkmıştır. İlköğretim matematik öğretmenlerinin % 59' unun modellemeye uygulanabilir olduğu konularda ya da gerektiğinde yer vermeyi tercih ettikleri belirlenmiştir. Bu durum aşağıda yer alan görüşlerle desteklenmektedir.

İMÖ11. *"yıl içerisinde 3 defa kullanabildim. Bunun dışında ne vaktim oldu ne de imkânım."*
İMÖ8. *"belli bir sıklığı yok. Sadece uygulamaya uygun bir konu varsa modellemeyi kullanıyorum. Üst üste kullandığım olduğu gibi bazen bir ay boyunca uygulamadığım oldu."*
İMÖ4. *"geçen dönem 3 kez uyguladım."*

İlköğretim matematik öğretmenlerinin derslerinde modellemeye ara sıra yer verme gerekçelerinin yine görüşlerine yansıdığı görülmektedir. Görüşler incelendiğinde öğrenci profili, modellemenin zaman alan bir süreç olması, konuların modellemeye uygunluğu ve öğretmenlik deneyimleri gibi etkenlerin modellemenin kullanımını etkilediği söylenebilir. Bu durumu örnekleyen ifadeler aşağıda yer alan öğretmen adayı görüşlerinde yer almaktadır.

İMÖ16. *"uygulama için zaman sorunu olduğunu düşünüyorum. Öğrenciler hazıra alışkın oldukları için de uygulamada zorlanıyorlar. Bu nedenle modellemeyi gerektiğinde kullanıyorum."*
İMÖ6. *" konuların uygunluğuna göre yer veriyorum."*
İMÖ3. *"öğrencilerin hazır bulunuşluk seviyelerinin çok düşük olmasından dolayı ara sıra uygulayabiliyorum."*

İMÖ12. *"öğretmenliğimin ilk senesinde kullanamadım. Hem öğrencilerimin elverişsizliği hem de benim tecrübesizliğim buna neden oldu diye düşünüyorum. Yakın zamanda kullanmaya başladım."*

İMÖ13. *"doğuda çalıştığım için öğrenciler çok sık devamsızlık yapıyorlar, doğal olarak konularda çok geri kalıyorlar. Modellemeye dönemde 1 ya da 2 kez yer veriyorum."*

Öğrenci profilinin modellemenin kullanımını doğrudan etkilediğini öğretmenlerin görüşlerinden yola çıkarak söylemek mümkündür. Ancak benzer duruma sahip olan öğretmenler arasında modellemeyi yine de derslerinde ara sıra da olsa yer veren öğretmenler olduğu yukarıda yer alan görüşlerde ortaya çıkmaktadır. Buna karşılık olarak 2 matematik öğretmeni henüz modellemeye derslerinde yer veremediğini belirtmiştir.

İMÖ5. *"çoğu öğrencimin sahip olduğu bilgi 6. sınıfa gelen bir öğrenciden beklenen bilgi düzeyinin çok çok altında. Bu yüzden modellemeyi kullanamadım."*

İMÖ7. *"okulumda modellemeyi uygulayabileceğim seviyede sınıfım olmadığı için kullanamıyorum."*

İlköğretim matematik öğretmenlerin % 29' unun ise modellemeye derslerinde her ünitede/konuda yer verdikleri ortaya çıkmıştır. Bu oran beklenen bir sonuç olarak görülebilir. Nitekim bu bulguyu destekleyen görüşlere örnek olması amacıyla Ö1, Ö14 ve Ö2' nin görüşlerine yer verilmiştir.

İMÖ1. *"5. sınıflarda modelleme örneklerini sık sık kullanıyorum."*
İMÖ14. *"her hafta 2 ders saati modelleme uygulamasına yer veriyorum."*
İMÖ2. *"haftada en az bir kez yer veriyorum."*

5.6.4 Modellemenin Uygulanabilirliğini Etkileyen Faktörler Temasına İlişkin Bulgular

Matematik derslerinde modellemenin uygulanabilirliğine ilişkin ilköğretim matematik öğretmenlerinin görüşleri incelendiğinde bu durumu etkileyen faktörler olduğu ortaya çıkmıştır. Modellemenin uygulanabilirliğini etkileyen faktörleri oluşturan kategorilere ait yüzde ve frekans dağılımına Tablo 5.44' te yer verilmiştir.

Tablo 5.44: Modellemenin Uygulanabilirliğini Etkileyen Faktörler Temasına İlişkin Yüzde ve Frekans Dağılımı

Kategoriler	**Frekans (f)**	**Yüzde (%)**
Matematik programının yoğunluğu	16	94
Öğrencinin hazır bulunuşluğu	15	88
Zaman	14	82
Okulun imkanları/alt yapı	13	76
Programın modellemeye uygun olmaması	13	76
Mevcut sınav sisteminin ezberciliği getirmesi	12	71
Öğrencilerin benzer uygulamalarla daha önce karşılaşmamaları	12	71
Öğretmenin donanımı	6	35
Öğretmenin iş yükü	3	18

Tablo 5.44' e göre matematik öğretmenlerinin görüşlerinde daha çok programın yoğunluğu ve öğrencilerin hazır bulunuşluğunun istenen düzeyde olmaması kategorilerinin öne çıktığı görülmektedir. Durumu örnekleyen öğretmenlerin görüşlerine aşağıda yer verilmiştir.

İMÖ6. *"öğretmen olduğumda modellemenin uygulanabilirliği için olur diyordum fakat gerçekte konuların yetiştirilmesi açısından zor olduğunu gördüm."*

İMÖ3.*"müfradatın yoğunluğu nedeniyle uygulama alanlarının kısıtlı olduğunu düşünüyorum."*

İMÖ1. *"müfredatın çok yoğun olması beni zorluyor."*

İMÖ6, İMÖ3 ve İMÖ1 matematik programının yoğunluğunun; İMÖ7, ve İMÖ8 ise öğrencilerin hazır bulunuşluğunun modellemenin uygulanabilirliğini etkilediğinden bahsetmişlerdir. İMÖ5 ise her iki durum hakkında görüş bildirmiştir.

İMÖ7. *"modellemeyi uygulamak için öncelikle öğrencilerin hazır bulunuşluk seviyelerinin uygun olması çok önemli."*

İMÖ8. "*öğrencilerin sınıf öğretmeninden nasıl geldiği yani hazır bulunuşlukları çok önemli."*

İMÖ5. *"modellemenin uygulanabilirliğine ilişkin şüphelerim vardı. Çünkü sınıf mevcutları, öğrencilerin mevcut bilgi düzeyi ve müfredat modellemenin uygulanabilir olmasına bir engel.*

Zamanın yeterli olmaması, okulun alt yapısının oluşturulamamış olması, öğretmenin modelleme hakkında bilgi sahibi olmaması, programın modellemeye uygun olmaması da modellemenin uygulanabilirliğini etkileyen diğer önemli faktörlerdir.

İMÖ14.*"uygulanabilirlik konusunda çok fazla zaman gerekiyor."*

İMÖ15.*"bence tek eksik sınıfların fiziki durumu. Bu durum modellemenin etkililiğini azaltabiliyor."*

İMÖ2.*"yeni ders programında çoğu konu modelleme süreci ile başlıyor. Öğrencide konuyla ilgili merak uyandıracak sorulara yer verilmiş, görsellik ön planda fakat ayrılan süreler bakımından her ders için modellemenin kullanılması çok zor."*

İMÖ4. *"modellemenin uygulanabilmesi için öğretmenler eğitilebilir. Çünkü modelleme sadece matematik değil fen ve sosyal bilgiler dersleri için de kullanılabilir."*

İMÖ15. “*programı incelediğimde sadece örüntülerle ve cebirsel genellemeler yapılırken modellemenin kullanıldığını gördüm. Bence her öğrenme alanı için ulaşılacak kazanımlar dikkate alınarak modellemeye yer verilmeli. Belki zaman sıkıntısı olabilir. Bu da öğrencilere modelleme mantığının kazandırılması ile giderilebilir.”*

İlköğretim matematik öğretmenlerinin görüşleri incelendiğinde mevcut sınav sisteminin ezberciliğe yöneltmesi ve öğrencilerin benzer uygulamalarla daha önce karşılaşmamaları ve öğretmenin iş yükünün fazla olması şeklinde kategorilere de ulaşılmıştır. Bu yönde görüş bildiren öğretmenler ilgili kategorilerin modellemenin etkin olarak kullanılmasını engelleyen faktörler olabileceklerini belirtmişlerdir. Bu durumları örnekleyen ifadeler İMÖ9, İMÖ11 ve İMÖ8’ in görüşlerinde yer verilmektedir.

İMÖ9. *“öğrencilerin dershaneye gitmesi ya da özel ders alması nedeniyle birçok formülü ezberleyerek gelmeleri bazı uygulamalarda engel teşkil ediyor.”*

İMÖ11.*“her ders için konu alanı çok geniş ve mecburen düz anlatım ile konuları yetiştirip okullardaki resmi işlere de vakit ayırmak gerekiyor.”*

İMÖ8. *“bazı konularda modellemeyi kullanamıyorsunuz. Öğretmen bu işe önem vermişse ve bu alanda bakış açısı geliştirmişse çocuk uygulamayı yapabiliyor. Ama sınıf öğretmeni çocuğu ezberciliğe alıştırmışsa çocuk modelleme uygulaması ya da onun mantığı ile uğraşmak istemiyor, ezberci olmak daha çok işlerine geliyor.”*

Günümüzde sadece matematiksel işlem süreçlerini ezberlemek ve bunu benzer problem durumlarına uygulamak yeterli değildir. Öğrencilerin matematiksel düşünce ve yeni kavram oluşturma gelişimini sağlayan karmaşık problem durumlarıyla karşılaşmalarını ve bu konuda deneyim sahibi olmalarını sağlamak gerekmektedir (Lesh ve Zawojewsky, 2007). Bu duruma hizmet eden en iyi yöntemlerden birinin matematiksel modelleme olduğu söylenebilir.

Ülkemizde uygulanmakta olan matematik öğretim programında, matematik öğrenme aktif bir süreç olarak ele alınmaktadır. Bu süreçte öğrenciler için araştırma yapabilecekleri, keşfedebilecekleri, matematiksel dili kullanarak problem çözebilecekleri, çözüm ve yaklaşımlarını paylaşıp tartışabilecekleri ortamların hazırlanması önem taşımaktadır. Bu ortamlarda öğrencileri yaratıcı düşünmeye, mevcut matematiksel bilgiyi kullanmaya, matematiksel muhakeme yapmaya ve grup içinde aktif çalışmaya sevk edecek olan öğretmenin matematik eğitiminde çağdaş yaklaşımlar hakkında bilgi sahibi olması ve derslerinde kullanması üzerinde durulmaktadır (MEB, 2013). Eğitim fakültelerinin de öncelikli amaçlarından biri nitelikli öğretmen yetiştirmektir. Nitekim ilköğretim matematik öğretmenlerinin matematik eğitiminde kullanılan çağdaş yaklaşımlardan biri olan modellemeye uygulamalarında yer vermeleri beklenmektedir. Bu bağlamda modellemenin uygulanabilirliği konusunda öğretmenlerin görüşleri kadar öğretmen adaylarının ve öğrencilerin de görüşlerine yer verilmesinin ve birlikte ele alınması gerektiğinin, durumu bütüncül olarak yansıtma açısından gerekli olduğu ortaya çıkmaktadır.

6. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu araştırmada;

1. Öğretmen adaylarının matematiksel modellemeye dayalı öğretimi planlama yeterlikleri ve uygulama becerilerini,
2. Uygulamaya katılan öğrenci gruplarının modelleme yeterliklerini,
3. Modelleme üzerine öğrenme-öğretme uygulamalarına yönelik öğretmen adaylarının görüşlerini,
4. Modellemeye dayalı öğretime ilişkin öğrenci görüşlerini ve
5. Öğretmen adaylarının bir matematik öğretmeni olarak mesleki yaşamlarında modellemenin uygulanabilirliğine ilişkin görüşlerini incelemek amaçlanmıştır.

Bu doğrultuda araştırmada şu sonuçlara ulaşılmıştır:

- ✓ Öğretmen adaylarının modellemeye dayalı öğretimi planlama becerilerinde geliştirme süreci sonunda istatistiksel olarak anlamlı bir değişim olduğu bulunmuştur.
- ✓ Öğretmen adaylarının modellemeye dayalı öğretimi uygulama becerilerinde öğrencilerin bağımsızlığı ile öğretmenin müdahalesi arasındaki dengenin alan yazına uygun şekilde korunduğu gözlem bulguları ile ortaya konmuştur.
- ✓ Modelleme döngüsünde yer alan aşamaları (veya modelleme becerilerini) başlangıç düzeyinde sergileyen çalışma grupları % 9.1' lik bir orana sahiptir. Çalışma gruplarının % 31.9' unda kabul edilebilir düzeyde başarı tespit edilmiştir. Modelleme aşamalarını oldukça başarılı sergileyen çalışma grupları ise % 59' luk orana sahiptir. Başarı düzeyleri arasında gözlenen bu duruma ek olarak, grupların modelleme becerilerine ilişkin başarı düzeyleri arasında istatistiksel olarak da anlamlı farklılık olduğu ki-kare testi ile ortaya konmuştur.
- ✓ Başlangıç düzeyinde sergilenen modelleme becerileri arasından matematikleştirme, doğrulama ve matematiksel çalışma becerilerinin yüksek frekansa sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda grupların modelleme becerileri arasından en yüksek frekansa sahip olmakla birlikte matematikleştirme

becerisinde zorlandıkları söylenebilir. Grupların en başarılı olduğu modelleme becerisi ise raporlaştırmadır.

- ✓ Karmaşık ve üst düzey modelleme etkinliklerinin 6-8. sınıf düzeyindeki öğrenciler tarafından uygulanabilir olduğu görülmüştür.
- ✓ Modelleme etkinliklerinin uygulanması sadece çok yetenekli veya başarılı öğrencilerle sınırlı kalmamıştır. Aksine orta öğretime geçiş sınav sonuçlarına göre başarı sıralamaları farklı okullardaki öğrenciler modelleme etkinlikleri üzerinde zevkle, sıkılmadan çalışabilmiş ve çözüm üretebilmişlerdir. Öğrencilerin modelleme etkinliklerine ilişkin görüşleri genel olarak olumlu yöndedir.
- ✓ Öğrenciler gibi öğretmen adayları da modellemeye dayalı öğretimi uygulanabilir olarak değerlendirmişlerdir.
- ✓ Modelleme etkinlikleri, öğrenciler tarafından ilgi çekici, günlük hayattan, merak uyandırıcı bulunmuştur.
- ✓ Modelleme sürecinde işbirlikli grup çalışmalarının yapılması araştırmaya katılan tüm paydaşlar tarafından olumlu olarak değerlendirilmiştir.
- ✓ Matematiksel modelleme etkinlikleri ile matematik programında hedeflenen konuların ve kavramların öğrenilmesinin-öğretilmesinin yanında, matematiğinin daha derinlemesine öğrenildiği ve öğrencilere yeni matematik konuları öğrenme konusunda daha fazla motivasyon sağladığı tespit edilmiştir.
- ✓ Modelleme ile öğrenme stratejisi olarak işbirlikli öğrenmenin birlikte uyum içinde oldukları ortaya çıkmıştır.
- ✓ Modellemeye dayalı öğretimin uygulanabilirliğini etkileyen faktörler;
    - ➢ zaman alıcı olması,
    - ➢ öğrencinin hazır bulunuşluğu,
    - ➢ öğretmenin donanımı,
    - ➢ okulun imkânları/alt yapısı,
    - ➢ öğretmenin iş yükü,
    - ➢ matematik programının yoğunluğu,
    - ➢ mevcut sınav sisteminin ezberciliği getirmesi,
    - ➢ programın modellemeye uygun olmaması,
    - ➢ öğrencilerin benzer uygulamalarla daha önce karşılaşmamaları,
    - ➢ sınıf mevcudu,
    - ➢ iyi planlama gerektirmesi,

- sınıfın fiziki durumu,
- etkinliklerin dikkatli hazırlanması gerektiği,
- hazır etkinlikler bulundurulması,
- sürenin iyi ayarlanması,
- modellemenin uygulanabilir olduğu kazanımların ve konuların sınırlı olması

olarak ortaya çıkmıştır.

- ✓ Araştırmada geçerlik ve güvenirlik çalışması yapılan ölçme araçları modellemeye dayalı eğitim araştırmalarında güvenle kullanılabilir.
- ✓ Öğretmen adaylarının geliştirdiği modellemeye dayalı günlük ders planlarını modellemeye dayalı öğretim gerçekleştirmek isteyen öğretmenler, öğretmen adayları ve matematik eğitimcileri örnek olarak kullnabilir.
- ✓ Alan yazında bulunan modelleme etkinliklerine yenileri kazandırılmış ve böylece çeşitlilik sağlamıştır.
- ✓ Bu araştırma ile geleceğin öğretmenleri olan öğretmen adaylarının okulda hem teorik hem de uygulama düzeyinde modellemeyi tecrübe etme fırsatına sahip olmaları gerektiği öne çıkmıştır.
- ✓ Öğretmen adayları veya öğretmenlerle yapılan modelleme etkinliklerinin onların mesleki gelişimlerine katkı sağladığı tespit edilmiştir. Modelleme etkinlikleri sürecinde öğretmenler veya öğretmen adayları matematiksel bir modelin, kavramın ortaya çıkması için ve bir problemin çözümü için öğrencilerin hangi düşünme süreçlerinden geçtiğini ve bu sürecin nasıl değerlendirilmesi gerektiğini yaşayarak öğrenmişlerdir.
- ✓ Bu araştırma ile öğretmen adayları, öğrencilerin günlük yaşam durumlarında matematiği fark etmeleri ve kullanmaları için onlara bu tür ortamları sunmanın ne kadar önemli ve gerekli olduğunu tecrübe etmişlerdir.

6.1 Öğretmen Adaylarının Öğretimi Planlama Yeterliklerine İlişkin Sonuçların Tartışılması

Öğretmen adaylarının öğretimi planlama yeterliklerini incelemek amacıyla günlük ders planı hazırlamaları istenmiştir. Öğretmen adaylarının hazırlamış oldukları ilk ders planları incelendiğinde modellemeye dayalı teorik ve uygulamalı eğitim süreci sonunda 3 öğretmen adayının düşük, 11 öğretmen adayının orta, 3 öğretmen adayının ise yüksek düzeyde yeterli olduğu ortaya çıkmıştır. Bir başka deyişle öğretimi planlamada öğretmen adaylarının % 82' sinin yeterli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmen adaylarının geliştirme süreci sonunda nihai halini verdikleri ve alan çalışmaları için uygun hale getirdikleri günlük ders planları incelendiğinde ise öğretmen adaylarının % 94' ünün yeterli olduğu tespit edilmiştir. Geliştirme süreci ile birlikte günlük ders planı hazırlamada ilk duruma göre yeterlik oranında %12' lik bir artış tespit edilmiştir. Bu artışa bağlı olarak öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun modellemeye dayalı öğretimi planlamada başarılı olduğunu ve öğretimi planlama becerilerini geliştirdiklerini söylemek mümkündür. Ulaşılan bu hipotezi test etmek amacıyla Wilcoxon İşaretli-Sıralar Testi kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre çalışmaya katılan öğretmen adaylarının öğretimi planlama yeterlik puanları arasında geliştirme süreci sonrası lehine anlamlı bir farklılık olduğu ortaya çıkmıştır ($z = -3.628$, $p < .05$).

Geliştirme sürecinin temel amacı, matematiksel modellemede ve onunla ilişkilendirilmiş öğrenme deneyimlerinde yetkinlik kazanmaları düşüncesiyle öğretmen adaylarının meslek yaşamlarında matematiği öğretirken modellemeden yararlanabilecek hale gelmelerini sağlamaktır. Bu bağlamda modellemeye dayalı öğretimi planlama yeterliklerinin geliştirilmesi yönündeki çalışmanın öğretmen adaylarının günlük plan hazırlama puanlarını arttırmada ve dolayısıyla öğretimi planlama yeterliklerini geliştirmede önemli bir etkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Kim ve Kim (2010) eğitim yoluyla öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin kendi matematiksel modelleme etkinliklerini tasarlayabileceklerini belirtmişlerdir. Bu bağlamda geliştirme sürecinin öğretimi planlamada bir başka deyişle modellemeye dayalı ders planı hazırlamada etkili olduğu sonucunun desteklendiği görülmektedir. Nitekim öğretmen adaylarının öğretimi planlama becerilerindeki anlamlı değişimin tespiti neticesinde Borromeo-Ferri ve Blum' un (2009a) çalışmasında bahsettiği teorik yeterliğin, görev ile ilgili yeterliğin, öğretim yeterliğinin ve teşhis yeterliğinin bu araştırmada geliştirme süreci ile birlikte öğretmen adaylarına kazandırıldığı sonucuna da ulaşıldığını söylemek mümkündür. Benzer şekilde Lingefjärd (2002) da öğretmen adaylarıyla çalışmış ve onlara model oluşturacakları konu alanını kendilerinin belirlemesini söylemiştir. Bu doğrultuda iki eğitmen tarafından öğretmen adaylarının kâğıtları incelenmiş ve pek çoğu onlarla birlikte tartışılmıştır. Grup ya da eşli olarak çalışan öğretmen adaylarıyla yapılan bu tartışma, inceleme ile öğrenme sürecinin kenetlendiğini açıkça ortaya koymuştur. Bazıları modelleme görevinin karmaşık olduğu konusunda görüş bildirmişler ve kendi yeteneklerinden endişelendiklerini ifade etmişlerdir. Ancak öğretmen adaylarının çoğu matematiksel modelleme sürecini tecrübe etme konusunda olumlu görüş bildirmiştir. Sonuç olarak bu araştırmanın bulgularının alan yazında bulunan çalışmaların bulgularıyla benzerlik taşıdığı tespit edilmiştir.

Öğretmen adayları bu süreçte öğretimi planlamışlardır yani günlük ders planlarını hazırlamışlardır. Planda üç bölüm bulunmaktadır. Bu noktada öğretim gerçekleştirecekleri sınıf düzeyinden bir kazanımı belirlemeleri ve buna uygun olacak şekilde hazırlık ve modelleme etkinliklerini hazırlamaları gerekmektedir. Hazırlık etkinliği bir nevi modelleme etkinliği için ısınma, geçiş niteliği taşımaktadır. Öğretmen adaylarının ilk hazırladıkları ders planlarından nihai ders planlarını oluşturana dek geçirmiş oldukları süreci anlamanın en iyi yolu öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmeleri incelemek olacaktır. Nitekim görüşme verilerinin analizi ile elde edilen temalar öğretimi planlama sürecinde yaşananlara ışık tutmaktadır.

Öğretmen adayları öğretimi planlarken araştırma yaptıklarını, birtakım ölçütler belirlediklerini, etkinlikleri uygulanabilir hale getirmek için neler yaptıklarını ve bu süreçte etkin olan modellemeye ilişkin görüşlerini aktarmışlardır. Bu noktada öğretmen adaylarının araştırma yaparken matematik ders kitaplarını, matematik programını, matematik konularını, matematik kazanımlarını, modelleme örneklerini inceledikleri ve bu süreçte matematik eğitimi üzerine mevcut yayınları taradıkları ve interneti kullandıkları tespit edilmiştir. Buradan hareketle öğretmen adaylarının modelleme etkinliğinin hazırlanması için bir başlama noktası aradıkları söylenebilir.

Öğretmen adaylarının öğretimi planlarken dikkate aldıkları ölçütlerin sayısı oldukça fazladır. Ancak özellikle modellemeye uygunluk ve ders programına uygunluk kriterlerinin daha çok vurgulandığı tespit edilmiştir. Diğer öne çıkan ölçütler ise günlük hayattan bir durum olması, öğrenci seviyesine uygunluk, görsel öğeler içermesi, kolay uygulanabilirlik, dikkat çekme, kolaydan zora ilkesi, etkinliklerin gerekli ve yeterli düzeyde olmasıdır. Öğretmen adaylarının özgünlük, matematik kazanımlarına uygunluk, ilgiyi sürekli kılması, sınıf seviyesine uygunluk, yakın çevreden olması, eğlendirme, süreyi ayarlama, anlaşılabilirlik ve öğrencilerin seviyesine uygunluk ölçütlerini ve Tablo 5.24' te belirtilen diğer ölçütleri göz önüne aldıkları ortaya çıkmıştır. Bu yönüyle öğretmen adaylarının etkinliklerde olması gereken özelliklere ilişkin bir çerçeve geliştirdikleri söylenenebilir. Ancak bu çerçeve tek başına yeterli olmamış, ayrıca öğretmen adayları hazırladıkları modelleme etkinliklerini uygulama sürecine aktarırken birtakım yöntemler geliştirmişlerdir. Hazırladıkları etkinlikler içerisinden en uygun olanına karar verme, bütün ihtimalleri düşünme, öğrencilerin yöneltebileceği sorulara hazırlıklı olma, etkinliği çeşitlendirme, sınırlandırma ya da mevcut etkinlikte düzenlemeler yapma gibi yöntemler söz konusudur.

Öğretimi planlamada etkili olan bir diğer durum ise öğretmen adaylarının modellemeye ilişkin görüşleridir. Bu noktada öğretmen adaylarının modellemeyi gerçek hayatın yorumlanması, süreç ağırlıklı olması, öğrenci merkezli olması yönünde tanımladığı ve matematik eğitiminde mutlaka olması gereken çağdaş, yenilikçi bir yaklaşım olarak gördüğü ortaya çıkmıştır. Bu da öğretmen adaylarının modellemeye bakış açılarının olumlu yönde olduğunu göstermektedir ki bu bulgunun öğretimi planlama sürecine olumlu yansımaları olduğu, onları motive ettiği ve öğretimi planlama konusunda cesaretlendirdiği ortadadır. Bu düşünceyi desteklemek adına süreç sonunda öğretmen adaylarının her birinin yaratıcı birer ürün olarak modellemeye dayalı ders planlarını başarılı bir şekilde oluşturabildikleri bulgusu verilebilir. Sole' ün (2013) aktardığına göre Almanya' da matematiksel modellemenin matematik eğitiminde bir yetkinlik olmasına rağmen pek çok ilkokul öğretmeninin modellemeyle nasıl başa çıkacağını bilmedikleri, derslerine modellemeyi dâhil etmekten korktukları yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. Bu bağlamda öğretmenlerin modellemeye ilişkin tutumlarının öğretimi planlamaya da yön verdiği açıkça görülmektedir. Yine Raymond (1997) matematiğin doğası hakkında geleneksel inançlara sahip olan öğretmenlerin matematik öğretimi için farklı inançlara sahip olsalar dahi geleneksel pedagojik yaklaşımlar sergilediklerini ortaya koymuştur. Sonuç olarak araştırmaya katılan öğretmen adaylarının modellemeye ilişkin tutumlarının olumlu yönde olmasının modellemeye dayalı öğretimi planlama süreçlerine de olumlu yönde yansıdığını söylemek mümkündür.

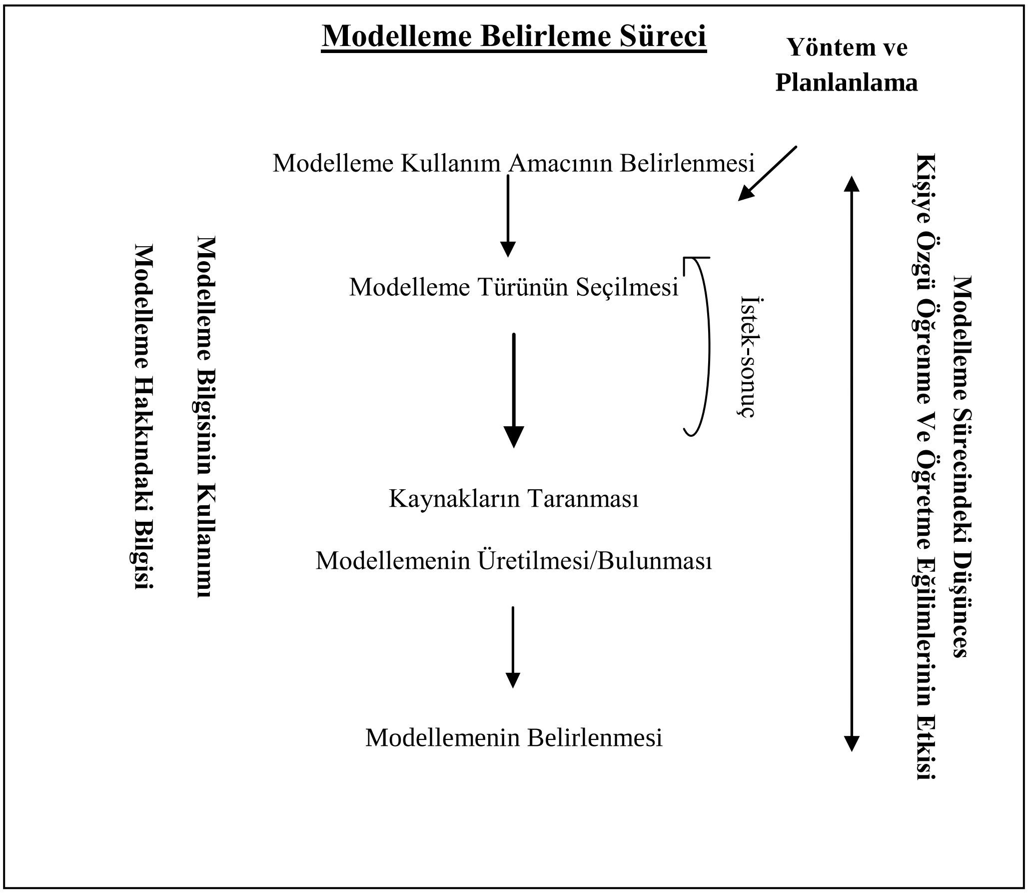
Öğretmen adaylarında modellemeye ilişkin olarak öğrenci merkezli öğretimin benimsendiği ve süreç ağılıklı olduğu görüşü hâkimdir. Bununla birlikte modellemenin soyut düşünme gerektirdiği düşüncesine sahip öğretmen adayları modellemenin üst sınıflarda uygulanabileceğini belirtmiştir. Nitekim bu görüşe sahip öğretmen adaylarının uygulamalarını 7, hatta 8. sınıf düzeyinde gerçekleştirmeyi tercih ettiği görülmüştür. Alan yazın incelendiğinde genel olarak mevcut modelleme etkinliklerinin doğrudan kullanıldığı ya da bu etkinliklerin amaca, kültüre uygun olacak şekilde geliştirildiği çalışmalara sıkça rastlanmıştır. Bu etkinliklerin en tipik örneği Büyük Ayak Problemi, Trafik Kuyruğu ya da maliyet hesabına dayalı problemler olmuştur.

Maaß (2010) modelleme etkinliklerinin özgünlüğü ve matematik eğitiminin didaktik değeri arasındaki noktaya dikkat çekmiştir. Bu noktada etkinliklerin inandırıcılığı da önem taşımaktadır. Czocher (2013) inandırıcılığın sağlanmasını etkinliklerin gerçeklikle olan ilişkisine, bağlama ve öğrencinin bağlamla olan ilişkisine dayandırmıştır. Businskas (2005) öğretmenlerle yapmış olduğu çalışmasında öğretmenlerin ihtiyaçları doğrultusunda konunun belli bir kısmı için gerçek hayat modellemesi bulmada zorlandıklarını aktarmıştır. Benzer şekilde English (2009) de uygun disiplinler arası modelleme deneyimlerinin tasarlanmasının öğretmenler veya araştırmacılar için kolay bir iş olmadığını ifade etmiştir. Nitekim bu araştırmada da öğretmen adayları ilk planlarını oluştururken zorlandıklarını ancak geliştirme süreci ile birlikte bu tedirginliklerini yendiklerini belirtmişlerdir. Bu durumun Araujo (2010) tarafından desteklendiği görülmektedir öyle ki Araujo matematik eğitiminde modelleme ile ilgili belirsizliklerin ve şüphelerin öğretmenler/öğretmen adayları ve araştırmacılar tarafından ortak çalışma yoluyla giderilebileceğini ileri sürmüştür. Buna göre geliştirme süreci sonunda öğretmen adaylarının hazırlamış oldukları modelleme etkinlikleri incelendiğinde ÖA15 mevcut etkinliği yakın çevreye uyarlarken ÖA2’ nin ve ÖA4’ ün mevcut modelleme etkinliklerini doğrudan kullanmayı tercih ettiği görülmektedir. ÖA1’ in, ÖA5’ in, ÖA7’ nin ve Ö13’ ün etkinlikleri ise maliyet hesabına dayalı modelleme etkinlikleri olup temelde geometrik ve cebirsel-analitik modellerin oluşturulmasını gerektirmektedir. Bu noktada ÖA3’ ün, ÖA6’ nın, ÖA8’ in, ÖA9’ un, ÖA10’ un, ÖA11’ in, ÖA12’ nin, ÖA14’ ün, ÖA16’ nın ve ÖA17’ nin hazırladığı modelleme etkinlikleri tamamen kendi yaratıcı ürünleridir. Meier (2009) matematiksel modelleme için özgün modelleme etkinliği bulma veya seçmenin bir beceri olduğunu ifade etmiştir. Bu yönüyle öğretmen adaylarının seçimleri konusunda başarılı oldukları gözlem bulgularında öğretmen adaylarının etkili ve kalıcı öğrenmeyi sağlamaları ile açıklanabilir. Bunun yanı sıra 15 özgün modelleme etkinliğinin alana kazandırıldığı ve modellemeye dayalı çalışmalarda kullanılabileceği söylenebilir.

Araştırmanın çalışma grubunu oluşturan öğretmen adaylarının öğretimi planlama süreçlerine açıklık getiren görüşleri, Şandır' ın (2010) çalışmasında sunduğu modelleme belirleme süreci ile de benzerlik göstermektedir. Bu araştırmada öğretimi planlama olarak ifade edilen sürece Şandır' ın çalışmasında *modelleme belirleme süreci* karşılık gelmektedir. Bu noktada modelleme belirleme sürecini yansıtan Şekil 6.1 incelendiğinde öğretmen adayınınn modelleme bilgisini kullanımı ve modelleme hakkındaki bilgisi ile modelleme sürecindeki düşüncesinin ve kişiye özgü öğretme-öğrenme eğilimlerinin sürece yön verdiği görülmektedir.

Şekil 6.1' de modelleme kullanım amacı olarak dikkat çekme, kavramı keşfettirme, derse güdüleme, kavramı görselleştirme, kavramı öğretme amaçları kast edilmektedir. Nitekim bu araştırmada da öğretimi planlamada dikkate alınan ölçütler başlığı bu aşamaya karşılık gelmektedir. Modelleme türü olarak animasyon, resim, grafik, sunum gibi teknolojik modeller ile sabit, sınıfta oluşturulan, hazır, hareketli gibi manipulatif modeller örnek verilmiştir. Bu araştırmada tercih edilen modelleme türleri ise daha çok Sekerak (2010) tarafından sunulan aritmetik model, cebirsel-analitik model, grafik model, geometrik model ve birleşik modeldir.

Şekil 6.1' de kaynaklar olarak kitaplar, modellemeyi hazır alma, internet ve ders materyalleri ifade edilmiştir. Eğer ulaşım kolaylığı yoksa modellemenin üretilmesi önerilmektedir ki bu noktada araştırmaya katılan öğretmen adayları kolay yolu tercih etmemiş, kendi yaratıcı ürünlerini ortaya koymuşlardır. Şekilde ayrıca kişiye özgü öğrenme-öğretme eğilimleri öğrenme stili, çevresel yaşantı, okul yaşantısı olarak tanımlanırken; modelleme sürecindeki düşüncesi ise yatkınlık olarak belirtilmiştir. Yine bu araştırmada öğretmen adaylarının modellemeye ilişkin görüşleri, uygulama sürecine ilişkin görüşleri ve modellemeye ilişkin tutumları bu aşamaya karşılık gelmektedir. Sonuç olarak bu araştırmayla ortaya konan öğretmen adaylarının öğretimi planlama yeterliklerine ait gelişim süreçlerinin alan yazında yer alan Şandır'ın (2010) modelleme belirleme süreci ile desteklendiği açıktır.



Şekil 6.1: Modelleme Belirleme Süreci (Şandır, 2010)

Schorr ve Lesh (2003) de bu çalışmadan elde edilen öğretmen adaylarının öğretimi planlama yeterliklerine ilişkin bulgulara farklı bir bakış açısıyla destek sağlamaktadır. Schorr ve Lesh çalışmasında öğretmenlerin modelleme sürecindeki öğrencileri nasıl değerlendirdikleri, öğrencilerin düşüncelerini nasıl algıladıkları ve bunlara uygun olarak öğretim yöntemlerini nasıl planladıklarını araştırmıştır. Bunun için onlara modelleme etkinlikleri dağıtmış ve etkinlik üzerinde bireysel ya da grup halinde çalışarak öğrencilerin bakış açısıyla modellemeyi değerlendirmelerini sağlamıştır. Burada geliştirme süreci öğretmen adaylarını birer modelleyici pozisyonuna getirmiştir. Hatta öğretmen adaylarına hazır etkinlikler verilerek süreç yürütülmüştür. Schorr ve Lesh' in aksine bu araştırmada öğretmen adayları modelleme etkinliklerini kendileri belirlemiştir. Zawojewski (2010) de modelleme etkinliklerinde yer alan görevin doğasına dikkat çekmiştir ki modelleme etkinliklerinde problemin mutlaka belirtilmesi ve işlemselleştirilmesi, çözümün ise matematiksel ve kavramsal standartlara göre değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Sonuç olarak, bu araştırmada da öğretmen adaylarının geliştirme sürecinde aslında Zawojewski' nin kriterlerini ve Schorr ve Lesh'in çalışmasında kullandığı yöntemi de hesaba kattıkları görülmektedir.

Schorr ve Lesh' in (2003) çalışmasında olduğu gibi English ve Watters' ın (2004) çalışmasında da ön hazırlık amaçlı olarak bir dönem boyunca öğretmenlere modelleme etkinlikleri tanıtılmış ve öğretmenlerden değişik düşünme yollarını tanımlamaları ve yorumlamaları istenmiştir. Bunun yanı sıra her bir etkinlik için öğretmenler öğrencilerdeki bilgi ve düşünce gelişimini, etkinlikleri ve uygulama stratejilerini tartışmışlardır. Bu hazırlık sürecinden sonra öğrencilere iki modelleme etkinliği sunulmuştur. Burada dikkat çekici nokta öğretmenlerin modelleme uygulamaları hakkında önceden bilgilendirilmesidir ancak süreç modelleme etkinliği hazırlamayı içermemektedir. Öğrencilere doğrudan hazır modelleme etkinlikleri sunulmaktadır. Bu noktada ön hazırlık sürecinin eksik kaldığı ortaya çıkmaktadır. Buradan hareketle bu araştırmada gerçekleştirilen geliştirme sürecinde bu eksikliğin de kapatıldığı görülmektedir.

English (2009) modellemeye ilişkin alan yazın incelemesi ile öğretim deneyiminin çok düzeyli işbirliği kullanımını gerektirdiği sonucuna ulaşmıştır. English bunun yanı sıra öğretmen adaylarının modelleme etkinliklerini tasarlama ve uygulamada araştırmacılarla yapacakları işbirliği ile öğretmen adaylarını mücadeleye ve düşünmeye sevk eden deneyimler yaşadıklarına vurgu yapmıştır. Benzer şekilde Lingefjärd (2002) da öğretmen adaylarının matematiksel kimliklerinin geliştirilmesinde çok sayıda matematiksel etkinliğe katılmalarının eşit derecede önemli olduğuna vurgu yapmıştır. Nitekim bu araştırmada öğretmen adaylarının arkadaşlarının öğretimi planlama süreçleri hakkında detaylı bilgiye sahip olmaları, süreçte birbirlerinin görüşlerinden faydalanmaları çok sayıda modelleme etkinliğini gözlemleme şansı doğurmuştur. Bunun yanı sıra öğretmen adayları bu süreçte geliştirilen matematiksel fikirleri keşfetme, uygun stratejileri düşünme, sınıf içerisinde öğrenme topluluklarını teşvik etme gibi durumları gerçekleştirme fırsatı da yakalamışlardır. Buna göre öğretmen adaylarının modellemeye dayalı öğretimi planlama açısından mesleki gelişimlerine de olumlu yönde katkı sağlandığını söylemek mümkündür.

Modellemenin kullanım amaçları konusunda Şandır'ın (2010) ifadelerine öğretmen adaylarının öğretimi planlamada dikkate aldığı ölçütler karşılık verilmiştir.

Ancak burada öğrencilerin model oluşturma etkinliklerine yönelik görüşleri de belirleyici olmaktadır. Nitekim öğrenciler de etkinlikler için merak uyandırdığı, dersteki uygulamalardan farklı olduğu, öğretici, ilgi çekici, eğlenceli, düşündürücü, anlaşılır oldukları ifadelerini kullanmışlardır. Bununla birlikte etkinliklerin günlük hayattan bir durum içerdiği, öğrencilerin düzeyine uygun olduğu, yakın çevreden bir örnek olduğu, ezbere yönlendirmediği, etkinliklerin kolaydan zora doğru sıralandığı, etkinliklerin birbirini tamamlayıcı nitelikte olduğu şeklinde diğer özellikleri sıralanmıştır. Burada ifade edilen her özellik öğretmen adaylarının dikkate aldıkları ölçütlerin amacına ulaştığını göstermektedir. Bu noktada öğretimi planlamanın geliştirilmesi sürecinin etkili olduğu öğrencilerin görüşleri ile de ortaya konmuştur.

6.2 Öğretmen Adaylarının Öğretimi Uygulama Becerilerine İlişkin Sonuçların Tartışılması

Araştırmada ayrıca öğretmen adaylarının öğretimi uygulama süreçleri de incelenmiştir. Gözlemler öğrencilerin modelleme görevinin tamamlanmasına bağlı olarak belirlenen ders saati süresince gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda elde edilen veriler analiz edilerek öğretmen adayının öğretimi uygulama becerileri ortaya konmuştur.

Nitel veri analizi ile elde edilen kategoriler temalaştırılarak sınıf ortamını hazırlama ve süreçteki rolü olmak üzere iki tema altında toplanmıştır. Sınıf ortamını hazırlama teması altında sınıfın fiziksel yapısını uygun hale getirme ve öğrencileri sürece hazırlama alt temaları bulunmaktadır. Öğretmen adaylarının öğrencileri ve sınıfı hazırlamalarının ardında öğrencilerin modelleme etkinliklerini grupla çalışmaları düşüncesi olduğu söylenebilir. Alan yazın incelendiğinde matematiksel modellemede en çok görünür özelliğin, bir başka ifadeyle odağın grup çalışmaları olduğu saptanmıştır. Grup üyelerinin karmaşık bir durumu çözen yerel topluluk gibi davrandığı küçük grup çalışmarının tasarlanmasına Barbosa (2003), Berry ve Nyman (2002), English ve Watters (2005), Golfinch (1992), Lesh ve Zawojewski (2007) gibi araştırmacıların çalışmalarında rastlanmaktadır. Benzer şekilde Antonius ve diğerleri (2007) de daha çok grup çalışmalarının tercih edildiğini ve grupları da öğretmenin ya da öğrencilerin belirleyebileceğini ifade etmiştir. Burada uygulayıcının öğretmen olabileceği düşüncesiyle öğretmen ifadesinin kullanıldığı açıktır.

İşbirlikli öğrenme tekniklerinin çocuklarda öğrenme ve akademik başarı sağladığı, akılda kalıcığı ve öğrenme deneyimlerinden memnun kalmayı arttırdığı, sözlü iletişim becerilerini ve sosyal becerileri geliştirdiği ve benlik saygısını teşvik ettiği ortaya konmuştur (Johnson ve Johnson 1995). Yine modelleme üzerine yapılan pek çok çalışmada modellemenin grup etkinliği ile daha iyi yapıldığı sonucuna ulaşılmıştır (Ikeda, Stephens ve Matsuzaki 2007). Çünkü grup etkinliği matematik tartışmalarını desteklemekte, argümantasyonları iyileştirmekte ve grup sinerjisinden yararlanma şansı vermektedir. Ancak, sadece belirli koşullar altında olmak üzere gruplar halinde çalışmanın, rekabetçi ve bireysel çabalardan daha verimli olduğu belirtilmiştir. Bu koşullar (Kagan 1990); pozitif dayanışma, yüz yüze etkileşim, bireysel/grup olma sorumluluğu, kişilerarası/küçük grup becerileri ve grup işleyişidir. Eric' in (2010) grupları oluştururken akademik başarı ve arkadaşlık ilişkilerini göz önünde bulundurduğu tespit edilmiştir. Bu anlamda araştırmanın yürütücüleri olan öğretmen adayları grup sayısını belirlerken bu koşullarla birlikte sınıf mevcudunu, sınıfın fiziki durumunu ve öğrencilerin arkadaşlık ilişkilerini de dikkate almışlardır. Grupları oluşturmada öğretmen yardımı alanlar da olmuştur. Bu durumun ortaya çıkmasına homojen grupların oluşturulması ve grupların kendi içinde heterojenliğinin sağlanması düşüncesi sebep olarak gösterilebilir. Nitekim öğretmen adayları akademik başarı bakımından benzer grupların oluşmasına özellikle dikkat etmişlerdir.

Borromeo-Ferri (2008) ise modelleme süreci için öğretmenin öncelikli görevinin modelleme etkinlikleri hazırlamak olduğuna değinmiş ve etkinlikleri hazırlarken öğrencilerin analitik, görsel ya da karma düşünme stillerinin göz önünde bulundurulabileceğini belirtmiştir. Ayrıca farklı düşünme stiline sahip öğrencilerin bireysel modelleme yollarının da farklılaşacağı bilgisini vermiştir. Bu araştırmada öğretmen adaylarının oluşturduğu gruplar için karma düşünme stiline sahip öğrencilerden oluşturulduğu söylenebilir.

Öğretmen adaylarının grupları oluşturmasıyla birlikte sınıf içinde de düzenleme yapılması gereksinimi ortaya çıkmıştır. Bazı uygulama sınıflarında sınıf mevcudunun çok fazla olması grupların sayısının 10-11' i bulmasına neden olmuştur. Bu noktada öğretmen adayları çalışma gruplarını yakından takip etmek istediği için sıralar arasında geçişlerin kolay olabileceği bir fiziksel ortam hazırlama yoluna gitmişlerdir. Bunun için de öğretmen adayları ile öğrencilerin bir araya gelerek ders öncesinden sınıf ortamının hazır hale getirildiği uygulamalar olmuştur. Alan yazın incelendiğinde bu durumu açıklayan çalışmalar olduğu tespit edilmiştir. Örneğin Nyman ve Berry (2002) grupla çalışma tekniğinin sınıf mevcudu 20-25 üzerinde iken uygulanmasının zor olduğunu belirtmiştir. Bu düşüncelerini de öğrencilerin birbirlerinin çalışmalarından etkilenmelerini engellemek amacıyla grupların ayrı ayrı oturtulması gerektiği ile açıklamışlardır. Öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmeler sonucunda öğretmen adaylarının grupları oluştururken öğretmen yardımı alma ihtiyacı hissetmelerinin bir nedenini öğrenciler hakkında bilgi sahibi olma istekleri ile ilişkilendirdikleri gözlenmiştir. Öğretmen adaylarının grup sayısını belirleme ve sınıfı öğretime hazırlama hakkındaki görüşleri bulgular kısmında aktarıldığı için burada tekrarlanmamıştır.

Öğretmen adayları modelleme etkinlikleri öncesinde gruplara hazırlık etkinliği sunmuşlardır. Gözlem verilerinin analizi sonucunda hazırlık etkinliği ile öğretmen adaylarının öğrencileri modelleme etkinliğine hazırladığı, ön bilgileri hatırlattığı, hazır bulunuşluğu ölçtüğü, derse dikkati çektiği ve ilgiyi sürdürmede etkili olduğu ortaya konmuştur. Öğretmen adayının bir diğer görevi modelleme etkinliğinin sunulması olmuştur. Jacobini ve Wodewotzki' nin (2006) aktardığına göre Galbraith (1995), modelleme çalışmalarını genel uygulamalar, yapılandırılmış modelleme ve açık modelleme aşamaları olmak üzere üçe ayırmıştır. Bu sınıflamaya göre yapılandırılmış modellemede gerçeklik ile ilişkilendirilen sorular ve uygulamanın formülasyonu söz konusudur. Burada öğretmenin rehberlik etme anlamında güçlü bir yardımı olduğu ifade edilmiştir. Buna göre yapılandırılmış modelleme ile hazırlık etkinliğinin sunulması ve çalışılması sürecinin nispeten benzerlik taşıdığı söylenebilir. Açık modelleme aşaması da modelleme etkinliğinin sunulması ve uygulanması süreci olarak yorumlanabilir. Açık modellemede öğrencilerin gerçek yaşam durumlarıyla çalışmaya teşvik edildikleri ifade edilmiştir. Bu aşamada ayrıca öğrencilerin model formüle etmeleri, modeli kullanarak probleme yanıt aramaları ve sonuçları tartışmaları bulunmaktadır. Maull ve Berry (2001) çalışmalarında öğrencilerin modellerini yansıtabilmeleri konusunda teşvik edilmeleri gerektiğini ortaya koymuştur. Bu noktada gözlem bulgularında da araştırmaya katılan öğretmen adaylarının uygulama süreci içerisinde öğrenci çalışmalarını teşvik edici, cesaretlendirici yaklaşımlar sergiledikleri, tartışmaları yönetebildikleri ve geri bildirimde bulundukları tespit edilmiştir. Barbosa (2007) da öğretmenin rolüne değinmiş ve öğretmenin organize etme ve tartışmayı yönetme bakımından donanımlı olması gerektiğine dikkat çekmiştir. Gözlem bulguları öğretmen adaylarının bu anlamda da etkin roller üstlendiklerini ortaya çıkarmıştır.

Gözlem araştırmalarında genellikle odak gruplardan bahsedilmektedir. Ancak bu araştırmada odak gruplar belirlenmemiştir. Her grubun çalışması dikkate değer bulunduğu için veri kaybını engellemek amacıyla öğretmen adaylarının öğretimi uygulama sürecinde öğrencilerle olan etkileşimleri video kaydına alınmıştır. Öğretmen adayları ile gruplar arasında geçen diyaloglara daha önce bulgular bölümünde ayrıntılı olarak yer verildiği burada tekrarlanmamıştır. Ancak uygulama sürecinde özellikle göze çarpan bir durum vardır. Grup sayısı ne kadar fazla olursa olsun modellemeye dayalı öğretim sürecinde öğretmen adaylarının grupların çalışmalarını mutlaka takip ettikleri, en az 2 kez yanlarına giderek çalışmaları hakkında bilgi sahibi olmaya gayret ettikleri gözlenmiştir. Bu durum öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmelerde de ortaya çıkmıştır. Nitekim uygulamaya katılan öğrencilerin her sınıf düzeyinden de büyük bir çoğunluğunun öğretmen adaylarının çalışmalarıyla yakından ilgilendiği yönünde görüş bildirdiği ortaya konmuştur.

Gözlem bulgularına göre öğretmen adaylarının süreçteki bir diğer rolünün ise süreyi etkili kullanma olduğu ortaya çıkmıştır. Öğretmen adayları ile yapılan görüşmelerde de süreyi etkili kullanmaya dikkat ettikleri ifade edilmiştir. Bu noktada öğrencilerin modelleme etkinliklerini tamamlamaları için ayrılan sürenin yeterli olduğu, gerektiğinde ise ek süreler tanınarak hiçbir grup çalışmasının mağdur edilmediği video kayıtlarından da gözlenmiştir. Bu bulgunun desteklendiği çalışmalardan biri Carlson, Larsen ve Lesh (2003) tarafından yapılan çalışmadır öyle ki araştırmacılar modelleme etkinliklerinin başarıya ulaşmasında öğrencilere gereksinim duydukları kadar zamanı kullanmalarına izin verilmesinin etkili olduğunu bildirmişlerdir. Alan yazın incelendiğinde oturumların süre olarak en az 60 dakika sürdüğü, 90-120 dakika arasında değiştiği görülmüştür. Bu noktada öğretmen adayları da süreyi 1 ya da 2 ders saati olacak şekilde belirlemişlerdir. Modelleme etkinliklerini başarıya götüren bir diğer faktör ise öğrencilerin akıl yürütmelerini sözlü olarak ifade etme gereksinimleridir. Nitekim bu araştırmada da öğretmen adaylarının süreç boyunca öğrencilerin görüşlerini paylaşmalarını teşvik edici ve çözümlerini savunmaları konusunda onları cesaretlendirici rol üstlendikleri gözlem bulguları ile ortaya konmuştur. Bu bulguyu destekler nitelikte öğretmen adaylarının görüşlerinde öğrencilerin düşüncelerini açıklamalarına fırsat verme ve öğrencileri çalışmalarında cesaretlendirme ifadeleri bulunmaktadır. Benzer şekilde 45 öğrenci öğretmen adaylarının süreç boyunca öğrencilerin görüşlerine değer verdiği yönünde görüş bildirmiştir. Buradan hareketle gözlem bulgularının öğretmen adayları ve öğrencilerle yapılan görüşmelerle de desteklendiğini söylemek mümkündür.

Alan yazın incelendiğinde öğrencilerin bağımsızlığı ile öğretmenin rehberliği arasındaki dengenin sağlanması gerektiği öne çıkmaktadır. Bu araştırmada da öğretmen adaylarının gerekli açıklamaları yapma, rehberlik etme, sorgulatma, tahmin yürütmelerini sağlama, ilgiyi sürdürme, kalıcı ve etkili öğrenmenin sağlanması anlamında öğrencilere yardımcı oldukları tespit edilmiştir. Öğretmen adayları uygulamalar esnesında bakış açılarını geliştirecek sorular yönelterek üst bilişsel yardımcılar da kullanmışlardır. Bu da öğretmen adaylarının alana hâkim olduklarının bir göstergesi olarak gözlem bulgularında yer almaktadır. Benzer şekilde Eric (2010) de çalışmasında bu tür yardımcıları kullanmıştır. Eric öğretmenlerin bilişsel koç ve destekleyici roller üstlendiklerini belirtmiş ve çalışmasında öğretmen desteğinin modelleme becerilerinin sergilenmesinde etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. Buradan hareketle öğretmen adaylarının da benzer etkinin sağlanmasında araştırmaya katkıda bulundukları söylenebilir.

Bir başka durum da Borromeo-Ferri' nin (2008) öğretmen müdahalelerini incelemek amacıyla bir teorik çerçeve kullanmasıdır. Bu çerçevede öğretmenin müdahalesi örgütsel, duygusal, içerikle ilgili veya stratejik olmaktadır. Bu doğrultuda araştırmacı, öğretmenlerin müdahalelerinin çoğunlukla sezgisel, içerikle ilgili veya örgütsel olduğunu nadiren stratejik olduğunu tespit etmiştir. Çalışmada ayrıca işlemsel-stratejik yani öğrenci merkezli öğretimin öğrencilerin modelleme becerilerinin gelişiminde doğrudan yani öğretmen merkezli öğretime göre daha etkili olduğunu saptamıştır. Blum ve Leiß (2007) öğrenci merkezli olarak gerçekleştirilen modellemeye dayalı öğretim ortamında en büyük rolün öğretmen düştüğünü vurgulamışlardır. Ayrıca öğrencilerin bağımsız olarak çalışmalarında öğretmenlerin destekleyici rol üstlendiğini belirtmişlerdir. Kaiser (2007) ise çalışmasında öğretmenlerin sadece danışmanlık yaptığını, öğrencilerin yardım almadan süreci tamamladıklarını ifade etmiştir. Schukajlow ve diğerleri (2011) de öğretimde öğrenci merkezli işlemsel-stratejik öğretimi terch etmişler ve öğretmenin rolünü öğrencilerin bağımsızlığını en uygun seviyede tutma olarak belirlemişlerdir.

Liedmann’ ın (2009) çalışması modellemenin öğretimi konusunda deneyim sahibi olmayan öğretmenler tarafından modelleme görevlerinin nasıl gerçekleştirildiğini ortaya koymaktadır. Öğretmen profillerine göre sonuçların doğrulanması aşamaları farklılık göstermiştir. Bu araştırmadaki öğretmen adaylarının ise Liedmann’ ın çizdiği öğretmen profillerini birbirleriyle illişkilendirerek davranış sergileme yoluna gittikleri tespit edilmiştir. Alan yazında yer alan bu çalışmalardan hareketle bu araştırmada da benzer sonuçlara ulaşıldığı görülmüştür. Nitekim bu araştırmada da öğrenci merkezli öğretim ön plandadır. Eric (2010) öğretmen desteğinin düşünmelerde değişikliğe neden olduğunu ortaya koymuştur. Her ne kadar olumlu yönde olsa da bu araştırmada gerekli durumlarda (örn. problem durumunu anlama, modeli yorumlama ve doğrulama aşamalarında) öğretmen desteği arttırılmıştır. Öğretmen adaylarının öğrencilere özgür bir çalışma ortamı sunduğuna ilişkin elde edilen gözlem bulgusu öğretmen adayları ve öğrencilerle yapılan görüşmelerle de desteklenmektedir. Buna göre süreçte öğretmen adaylarının her bir detayı düşündükleri, öğrencilerin kendi bilgilerini oluşturmalarına fırsat verdikleri, rehberlik ettikleri, düşünmeye teşvik ettikleri, sorgulattıkları ve yönlendirici keşif için ortam sundukları anlaşılmaktadır. Öğrencilerin yetkin birer matematiksel modelleyici olmaları için çok çalışmaları, bunun için de aktif katılım göstermeleri gerektiği Nyman ve Berry (2002) tarafından vurgulanmıştır. Bu anlamda araştırmada öğretmen adaylarının öğrencilere özgür bir çalışma ortamı sundukları, gerekli durumlarda derse dikkati çekme, merak uyandırma, ses tonu, jest ve mimikleri etkin kullanma gibi davranışlar sergiledikleri ve böylece öğrencilerin aktif katılımını sağladıkları da gözlem bulguları ile ortaya konmuştur.

Son olarak etkili iletişim kurma davranışının öğretmen adaylarının genelinde sergilendiği gözlenmiştir. Bu bulgu öğretmen adaylarının görüşlerine yansıdığı gibi öğrenciler açısından da ima edilmiştir. Nitekim Schorr ve Lesh (2003) matematik eğitimindeki birçok problemin kaynağını öğretmen-öğrenci arasındaki iletişime bağlamaktadır. Bu noktada süreç boyunca öğretmen adayları ile öğrenciler arasında iletişim sorununun olmadığı uygulama sürecine ilişkin video kayıtlarından da anlaşılmaktadır.

Öğretmen adaylarının süreçteki diğer önemli rolünün gözlem bulgularına göre matematiksel kapsam açısından rolü olarak ele alındığı ortaya çıkmıştır.

Buradan hareketle öğretmen adaylarının grup çalışmaları ve sınıf tartışmaları bağlamında içerikle ilgili müdahalelerinin olduğu söylenebilir. Alan yazında öğretmenlerin tartışmalarda en çok içeriğe ağırlık verdiği bilgisine ulaşılmıştır. Bu bilgi aynı zamanda elde edilen gözlem bulgusunu desteklemektedir. Araujo ve Salvador (2001) öğrencilerin modelleme becerilerinin iyi bir değerlendirilmesinin yapılabilmesi için öğrencilerin öğretmenle yoğun etkileşim halinde olmalarına işaret etmiştir. Öğrencilerle yapılan görüşmeler incelendiğinde öğrencilerin her türlü sorularına öğretmen adaylarından yanıt alabildiklerini belirtmeleri bu duruma açıklık getirmektedir.

6.3 Uygulamalara Katılan Öğrencilerin Modelleme Yeterliklerine İlişkin Sonuçların Tartışılması

Öğrencilerin modelleme yeterliklerine ilişkin bulgular öğretmen adaylarının analitik dereceli puanlama anahtarını kullanarak puanlama yapmaları ile ortaya konmuştur. Güvenirliği arttırmak amacıyla bulgular video kayıtlarında yer alan öğrenci çalışmaları ve öğrenci-öğretmen adayı etkileşimleri sunularak desteklenmiştir. Sonuç olarak 17 öğretmen adayının puanlamasıyla 115 gruba ait yeterlik düzeyleri elde edilmiştir. Bu noktada 17 öğretmen adayının farklı sınıflarda uygulama yaptıklarını belirtmekte fayda vardır. Bu bağlamda araştırmaya katılan her grup birbirinden bağımsızdır. Öğretmen adaylarının grupların modelleme becerilerini göz önünde bulundurarak yaptıkları puanlamalara göre modelleme etkinliklerinde düşük yeterliğe sahip 7 grup, orta düzeyde yeterliğe sahip 50 grup ve yüksek düzeyde yeterlik gösteren 58 grup olduğu tespit edilmiştir. Bir başka ifadeyle grupların % 6’ sı düşük düzeyde yeterlik gösterirken % 94’ ünün orta ve üstü düzeyde yeterli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Buna göre grupların ortalama 5 öğrenciden oluştuğu düşünülürse modellemede düşük yeterlik gösteren 35 öğrenciye karşılık 250 orta düzey ve 290 yüksek düzey modelleme yeterliğine sahip öğrenci olduğu söylenebilir.

Bunun yanı sıra modelleme sürecinde bulunan 7 becerinin her birini; başlangıç düzeyi, kabul edilebilir ve oldukça başarılı şeklinde yansıtan grupların sayısı belirlenmiştir. Her bir modelleme becerisinin 3 düzeyde görülme sıklığını yansıtan betimsel veriler bir araya getrildiğinde Tablo 6.1 oluşmuştur. Tablo 6.1 incelendiğinde her bir modelleme becerisinin görülme sıklığının başlangıç düzeyinde en düşük olduğu, oldukça başarılı düzeyin de en yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Bu noktada tabloda öne çıkan bazı değerlerin de olduğu görülmektedir. Ancak bu değerlerin anlamlı olup olmadığı konusunda betimsel istatistikten çok yorumlayıcı istatistiğin daha doğru bilgi vereceği açıktır. Bu bağlamda öğrencilerin farklı düzeylerde sergiledikleri davranışlarının modelleme yeterliklerine göre farklılık gösterip göstermediği ya da modelleme yeterlikleri ile ilişkili olup olmadığı parametrik olmayan istatistik tekniklerinden Ki-kare testi ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre de modelleme yeterliklerinin üç farklı düzeyde görülme durumları arasında gözlenen farklılığın anlamlı olduğu bulunmuştur [$\chi^2 = 75.135$, $p = .000 < .05$]. Bu bağlamda Tablo 6.1' de sunulan betimsel bulgularda öne çıkan durumların anlamlı bir sonuç ortaya koyduğu söylenebilir. Ki-kare testi sonuçları modelleme yeterlikleri arasından hangilerinde zorlanıldığı ya da hangilerinde daha başarılı olunduğu yönünde doğru yorumlar yapılmasına imkan vermiştir. Benzer şekilde Niss (2001) de modelleme sürecindeki gerçek dünya ve matematik dünyası arasında hareket sürecinde bulunan görevlerden hangisinin en zor olduğunu analiz etmenin yararlı olduğuna işaret etmiştir.

Tablo 6.1: Modelleme Yeterliklerinin Üç Farklı Düzeyde Görülme Sıklığı

Modelleme yeterlikleri		**Başlangıç düzeyi**	**Kabul edilebilir**	**Oldukça başarılı**	**Toplam**
1. Problemi anlama	f	5	41	69	115
	%	4.3	35.7	60	100
2. Problemi basitleştirme/ yapılandırma	f	3	32	80	115
	%	2.6	27.8	69.6	100
3. Matematikleştirme	f	19	39	57	115
	%	16.5	33.9	49.6	100
4. Matematiksel çalışma	f	14	49	52	115
	%	12.2	42.6	45.2	100
5. Yorumlama	f	11	47	57	115
	%	9.6	40.9	49.6	100
6. Doğrulama	f	18	36	61	115
	%	15.7	31.3	53	100
7. Raporlaştırma	f	3	13	99	115
	%	2.6	11.3	86.1	100
Toplam	**f**	**73**	**257**	**475**	**805**
	%	**9.1**	**31.9**	**59.0**	**100**

Başlangıç düzeyinde sergilenen modelleme yeterlikleri arasından matematikleştirme ve doğrulama becerileri en yüksek frekansa sahipken problemi basitleştirme/yapılandırma ve raporlaştırma yeterliklerinin en düşük frekanslara sahip olduğu görülmektedir. Burada matematikleştirme yeterliği için gözlenen durum öğrencilerin modeli oluştururken tüm değişkenleri dikkate almamalarından ya da doğru matematiksel gösterim ve terminolojiyi kullanmamalarından kaynaklanmaktadır. Sonuç olarak modeller de problem durumuna uygun olmamaktadır. Çalışmaya katılan 115 gruptan % 16.5' inde matematikleştirme yeterliğinin başlangıç düzeyinde kaldığı tespit edilmiştir. Benzer şekilde grupların %15.7' si de oluşturdukları modelleri uygun veri ile birlikte test edip doğrulayamamıştır. Bu durumda da geliştirdikleri modeller başka problemler için genellenebilir olmamaktadır.

Alan yazın incelendiğinde öğrencilerin genellikle gerçek hayattan matematik dünyasına geçişte zorlandıkları bilgisine ulaşılmıştır (Crouch ve Haines, 2004; Ikeda ve Stephens, 2001; Klymchuk ve Zverkova, 2001; Niss, 2001). Bu da modelleme döngüsünde bulunan ilk 3 yeterliği ifade etmektedir. Bu noktada belirtilen yeterliklere ilişkin alan yazın incelemesi yapıldığında öğrencilerin model oluşturmada kullanacakları tüm değişkenleri hesaba katmadıkları ve dolayısıyla modeli oluşturamadıkları sonucuna ulaşılmıştır (Blum ve Leiß, 2007; Ertuğrul, 2009; Ikeda, Stephens ve Matsuzaki, 2007; Llinares ve Roig, 2005; Maull ve Berry, 2001; Türker, Sağlam ve Umay, 2010). Bu araştırmanın bulgularına göre 19 grubun da doğru modeli oluşturamadığı tespit edilmiştir. Öğrencilerin model oluşturamama nedenlerinden biri olarak geçmiş deneyimlerinden sahip oldukları informal bilgilerle problemde verilen kilit kavramları ilişkilendirememeleri verilmektedir. Nitekim English ve Watters (2004) bu yönde bir araştırma sonucuna ulaşmıştır. Bu noktada araştırmaya katılan 19 grup için de model oluşturamama nedenlerinden biri olarak bu durum verilebilir. Ancak bu araştırmada model oluşturamamanın özünde modeli oluşturacak tüm değişkenlerin dikkate alınmaması çok açık bir şekilde kendini göstermiştir.

Araştırmanın bir diğer bulgusu ise modeli doğrulama becerisinin gerçekleştirilmesinde zorluklar yaşandığıdır. Bu bulgunun da alan yazınla tutarlılık sağladığı saptanmıştır. Maull ve Berry (2001) lisans düzeyindeki matematik öğrencileriyle yaptığı çalışmasında birinci sınıf öğrencilerinin matematiksel model olarak bir ilişki oluşturamadıkları ve bunu yansıtamadıkları ya da kritik edemediklerini tespit ederken Blum ve Leiß (2007) ise doğrulamanın tamamen göz ardı edildiğini tespit etmişlerdir. Bu araştırmada da 18 grubun modeli doğrulamada yeterli olamadığı sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen bu sonucun da 19 grubun modelini doğru şekilde yapılandırmamasından kaynaklandığını söylemek mümkündür. Gruplar modelleri bazı değişkenler için oluşturduklarından doğal olarak doğrulama işlemi de yeterli düzeyde gerçekleşmemiştir. Burada dikkat çeken bir bulgu grupların matematiksel çalışmalarında bu iki beceriye karşın daha düşük frekansın gözlenmesidir. Grupların problem durumuna kısmen uygun olarak oluşturdukları modelleri kullanarak problem üzerinde çalışırken işlem hatası yapmaları bu sonucu doğurmuştur. Crouch ve Haines (2004), birici sınıf üniversite öğrencilerinin probleme, gerçek dünya anlamında sadece baktıklarını ya da ne modele ihtiyaç duyarak ne de gerçek dünya ve matematik arasındaki ara yüze bakarak tamamen akıl yürütme veya matematik (modelleme döngüsündeki pozisyonuna göre) açısından baktıklarını tespit etmişlerdir. Bu noktada öğrencilerin sadece işlem becerilerine yöneldikleri söylenebilir ki bunun modelleme döngüsü içindeki karşılığı matematiksel çalışmadır.

Alan yazın incelendiğinde modelleme sürecinin her aşamasında yaygın olarak hata yapıldığı bilgisine ulaşılmıştır. Örneğin Maaß' ın (2005) ve Kant' ın (2011) çalışmalarında bu duruma rastlamak mümkündür. Bu araştırmanın bulguları incelendiğinde de her bir modelleme yeterliğini başlangıç düzeyinde gerçekleştiren 73 durumun (875 durum içinden) olduğu ortaya çıkmıştır. Bu da % 8' lik bir oranı belirtmektedir. Bu sonucun düşük bir değer olması durumun göz ardı edilmesini gerektirmemiştir. Nitekim alan yazında hangi alt görevlerde daha çok zorlanıldığının belirlenmesi yönünde çalışmalar yapılması öneri olarak sunulmuştur. Bu yönüyle araştırmanın bulgularının da konuya açıklık getirdiğini söylemek mümkündür.

Araştırmada öne çıkan bir başka bulgu ise oldukça başarılı düzeyde gerçekleştirilen en yüksek frekansa raporlaştırmanın sahip olduğu, bunu problemi basitleştirme/yapılandırmanın takip ettiğidir. Buna göre öğrencilerin sunumlarını hazırlamada ve çözümlerini savunmada titiz davrandıkları söylenebilir. Problemi basitleştirme/yapılandırmanın ikinci sırada gelmesinde, grupların % 96' sının kabul edilebilir ve oldukça başarılı düzeylerde davranış sergilemesinin etkili olduğu düşüncesi öne çıkmaktadır. Bu yaklaşıma göre en başarılı modelleme yeterliğinin problemi anlama, problemi basitleştirme/yapılandırma ve raporlaştırma olduğu ortaya çıkmıştır. Daha sonra yorumlama, matematiksel çalışma, doğrulama ve matematikleştirme gelmektedir. Buradan hareketle öğrencilerin en çok zorlandıkları aşamanın ya da modelleme yeterliğinin matematikleştirme olduğu sonucu elde edilmiştir. Bu bulguyu destekler nitelikte çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin, Sekerak (2010) en sorunlu yeterliği bir problem ya da durumu modelleyen uygun başlama noktalarına odaklanma yani matematikleştirme olduğunu bulmuştur. Bunun hemen arkasından yorumlama ve doğrulamanın geldiği belirtilmiştir. Kaiser (2007) de problemi tanımlama ve geliştirmenin modelleme sürecinde en önemli aşama olduğunu işaret etmiştir. Bu bağlamda araştırmada problemi anlama konusunda zorluk yaşayan 5 grubun olduğu, diğerlerinin ise ya öğretmen yardımı aldığı ya da kendi başlarına problemi anlamlandırdıkları tespit edilmiştir. Öğretmen yardımı alarak problemi anlama durumunun 41 grupta gözlenmesi bu araştırmanın bir diğer önemli bulgusunu oluşturmaktadır. Bu grupların ister istemez modelleme döngüsünün takip eden aşamalarında zorluklar yaşadığı ve öğretmen desteğine zaman zaman ihtiyaç duydukları düşünülmektedir. Sonuç olarak matematikleştirme aşamasında en düşük frekansın gözlenmesinde bu durumun da etkili olduğunu söylemek mümkündür.

Naresh (2008), okulda öğrenilen matematikle iş yeri matematiği arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmak amacıyla yapmış olduğu çalışmasında okul ortamında karşılaşılan sorunu matematiksel bilginin bağlamsallaştırılmaması ve bunun sonucunda da matematikten soğuma olarak belirtmiştir. Bu sorunu aşmanın yolu olarak gündelik matematiğin unsurlarını sınıf içine getirmeyi önermiş ve çocukların küçük yaşta tanıştığı parasal kavramların günlük yaşamla okul arasında bir köprü olabileceğini ve bu kavramın öğrencilerin günlük etkinlikleri ile ilişkili, otantik bağlamda problemler düzenlemek için kullanılabileceğini ifade etmiştir. Bu noktadan hareketle ÖA1' in, ÖA5' in, ÖA7' nin ve ÖA13' ün uygulamalarının bu amaca hizmet ettiğini ve alana katkı sağladığını söylemek mümkündür. Erturan (2007) 7. sınıf öğrencilerinin günlük yaşamdaki matematiğin farkında olduklarını ancak sınıf içindeki matematik konularını günlük yaşamın içine transfer edemediklerini tespit etmiştir. Taşova ve Delice (2011) öğretmen adaylarının matematiksel bilgilerini kullanarak gerçek yaşam durumlarını yorumlamada ve matematiksel modellemede zorluk yaşadıklarını saptamıştır.

Carlson, Larsen ve Lesh (2003) öğretmen adaylarının ürünlerinin, akıl yürütme becerilerinin ve kararlılıklarının, çalışma için beklenenin üzerinde olduğunu, her birinin modelleme etkinliği için anlaşılabilir bir grafiğe ulaşıldığını belirtmiştir. Bu duruma ÖA4' ün uygulamasında rastlanırken ÖA2' nin uygulamasının bulgularına benzer nitelikte Kertil' in (2008) çalışmasında rastlanmıştır. Kertil öğretmen adaylarının problemin çözümü için hedefi belirginleştirme, bir matematiksel model seçme ve uygulama, grafik gösterimlerden yararlanma gibi modelleme sürecinin bazı aşamalarında zorlandıklarını ortaya koymuştur. Bu durumun aksine ÖA14' ün, ÖA16' nın, ÖA13' ün, ÖA12' nin, ÖA9' un, ÖA8' in, ÖA6' nın, ÖA3' ün ve ÖA4' ün uygulamalarında da öğrencilerin her bir modelleme etkinliği için bağlamın, ilişkilerin ve temsillerin yorumlanmasını gerektiren düşünme sürecine girdikleri ve öğrencilerin ürettikleri modelleri geliştirdikleri ve düzenledikleri tespit edilmiştir. Elde edilen bulgunun Doerr ve English' in (2003) çalışması ile desteklendiği tespit edilmiştir. Sekerak' ın (2010) çalışmasında öğrencilerin sadece % 19' u uygun bir matematiksel model oluşturmuştur. Bu gruptaki 74 öğrenci inşa ettikleri modelle problemi doğru bir şekilde çözmüşlerdir. Kalan 256 öğrenci herhangi bir türde model inşa edememiştir. Sekerak bu sonuçların çıkmasını problemi ya da durumu modellemek için uygun başlama noktaları belirlemeyle ve veriyi ele alma biçimiyle ilgili yeterliklerle ilişkilendirmiştir. Örnek olarak da öğrencilerin verilen bilgiyi problemle ilişkilendirememelerini vermiştir. Sekerak' ın belirttiği bu duruma araştırmada da rastlanmış ancak durum grupların problemi anlamlandıramadıkları yönünde ifade edilmiştir. Sekerak modellerdeki hataları, tabloda verilen tüm verinin kullanımını denemekten ya da bilgiyi dikkatsizce birleştirmekten kaynaklandığını öne sürmektedir ki yine bu durum araştırmada grupların modeli oluştururken tüm değişkenleri dikkate almamaları ile ilişkilendirilmiştir.

Bu araştırmada ise 57 grup modeli doğru şekilde oluştururken 52 grup modeli kullanarak problemi çözebilmiş, 57 grup modeli yorumlayabilmiş, 61 grup ise modelin doğrulamasını yapabilmiştir. Buna karşılık 19 grup model inşa edememiştir. Modeli inşa ederken grupların çok sayıda denklem ürettikleri, elde ettikleri bu denklemleri çözme girişimlerinde hatalarında da yapıldığı gözlenmiştir. 19 grupta problemin özünü anlamadıkları ve dolayısıyla problemi çözmeye imkân veren ilgili veri seçiminde başarılı olamadıkları sonucu elde edilmiştir. Matematiksel modellemenin ilk 3 aşaması ile ilgili yeterliklerin 19 grupta kabul edilebilir düzeyin altında kaldığı gözlenmiştir. Sekerak (2010) ve diğer araştırmacılar tarafından gerçek durum/problem açısından modeli ispatlamadaki yeterlikler ve dematematikleştirme yüksek seviyede matematiksel modelleme belirtileri olarak ifade edilmektedir. Bu araştırmada gruplar modeli ispatlama yerine yorumlamaya odaklanmışlardır ve 57 grup oluşturdukları modelleri anlamlı bir şekilde yorumlamıştır. Matematiksel modelleri yorumlama ve başlama noktalarına odaklanma yani modeli doğrulama anlamında 61 grup başarılı olmuştur. Bu değerlerin grupların % 50’ sini ve %53’ ünü oluşturduğu hesaplanmıştır.

Sekerak (2010) çalışmasında düşük yüzdeler elde etmiştir ve bu durumu her zamanki matematik derslerinde böyle problemleri çözme ihtiyacı duyulmaması gerçeğine bağlamıştır. Bu durumun aksine araştırmada gruplar modelleme problemlerine karşı daha ilgili davranmışlar ve hevesle çalışarak çözümlerini bir an önce tamamlamak istemişlerdir. Nitekim öğrenci görüşleri incelendiğinde ortaya çıkan kategoriler modelleme etkinliklerinin merak duygusu uyandırma, dersteki uygulamalardan farklı olması, öğretici olması, ilgi çekici olması, eğlenceli olması, düşündürmesi, anlaşılır olması, günlük hayattan bir durum içermesi, öğrencilerin düzeyine uygun olması, yakın çevreden bir örnek olması, ezbere yönlendirmemesi, etkinliklerin kolaydan zora doğru sıralanması, etkinliklerin birbirini tamamlayıcı nitelikte olması bakımından sıralanmıştır.

Modelleme sürecinde karşılaşılan bir başka duruma Berry ve Nyman’ ın (2002) çalışmasında rastlanmıştır öyle ki grupların ortak sonuç elde etmeleri konusunda yaşanan zorluklara dikkat çekmişlerdir. Bunlar iki kişi arasında çıkan anlaşmazlıklar ve sadece birinin tüm çalışmayı yapması, bazen de “partnerin diğerlerinin haklı olduğuna ve senin fikrinin yanlış olduğuna seni inandırmasıdır. Sen haklı olduğundan emin olsan bile haklı olduğun konusunda partnerini inandıramayabilirsin” demiştir. Böyle bir duruma ÖA7’ nin çalışma gruplarından birinde uygulama süreci esnasında şahit olunmuştur. Bu durumun farklı şekli ise grubun çözümünden farklı çözüm elde ettiğinde öğrencinin kendi çözümünün doğruluğunu savunmaktan çok grubun fikrini savunmasıdır. ÖA7’ nin sınıf tartışmalarında bu durumun en belirgin hali yaşanmıştır. Eric’ in (2010) çalışmasında modelleme görevinde öğrencilerden en iyi seçimi açık ve net olarak açıklamaları ve bu karara nasıl vardıklarını anlatmaları istenmiştir. Benzer durum bu araştırma için de geçerlidir. Böylece grup çalışması yapmanın doğal bir sonucu ortaya konmuştur. Öğrencilerin grup çalışmalarına ilişkin görüşleri incelendiğinde ise aktif katılım, görüşlerin paylaşılması, birlikte çalışma, öğrenmelerin kalıcı olması, ortak fikir üretme, birbirinden öğrenme, doğru sonuca ulaşma olasılığının artması, eğlenme, matematiği sevdirme, derse dikkat çekme, grup olarak rekabet etme, sosyalleşme, özgüven kazanma şeklinde özetlenmiştir. Nitekim Stohlman' ın (2013) çalışmasında da gruplar çözümlerini geliştirirken grup üyelerinin bilgilerinden de yararlanmışlardır. Öğrencilerin matematiksel bilgilerini yansıtmaları etkinlik esnasında kullandıkları matematiksel kavramlar ve becerileri ortaya koymada etkili olmuştur. İletişim, etkinliği tamamlamada hayati önem taşımıştır. Her grup kendi çözüm stratejisinin doğruluğuna diğerlerini inandırmak için tüm sınıfla görüşlerini paylaşmıştır. Sunumlardan sonra her gruba çözümlerini gözden geçirmeleri için fırsat verilmiştir. Stohlman'ın üzerinde durduğu durumların bu araştırmada da gerçekleştirildiği öğrenci görüşleri ile de ortaya konmuştur. Bu noktada sınıf tartışmalarının da önemi ortaya çıkmaktadır. Öğrenciler bu konuda da görüş bildirerek Stohlman'ın çalışmasına katkı sağlamışlardır. Öğrenciler sınıf tartışmaları yaparken farklı çözümleri gördüklerini, çözümleri yorumladıklarını, çözümlerdeki hataları fark ettiklerini, görüşlerin paylaşıldığını, doğru çözüme birlikte karar verdiklerini ve nihayetinde etkili öğrenmenin gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Buradan hareketle modelleme sürecinin grup çalışmaları ve sınıf tartışmaları ile desteklendiği ve tamamlandığı ortaya konmaktadır.

Alan yazında da grup çalışmaları ve sınıf tartışmalarının yapılmasının modelleme sürecinde etkin olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Grup çalışmalarının performansı etkilediğine dikkat çeken Ikeda ve Stephans (2001) modelleme etkinliklerin grup içinde tartışılması yoluyla güçlü bir başarı elde edileceğini ifade etmişlerdir. Nyman ve Berry (2002) kısa sunumlardan sonra yapılan sınıf tartışmalarının modellerin modifikasyonu ve gelişimine olumlu yönde etki ettğini tespit etmişlerdir. Böylece grup çalışması yaparak öğrencilerin bir takım içinde çalışma yeteneklerinin geliştirildiği ve bireysel çalışma yerine grup çalışması ile arkadaşlarıyla fikirlerini tartışabildikleri görülmektedir.

Berry ve Nyman (2002) grupların öğrenciler için kendi öğrenmelerinde aktif oldukları bir yol olduğunu belirtmişlerdir. Grup çalışması ile öğrencilerin matematiği konuşma fırsatı yakaladıkları ve dolayısıyla öğrencilerin becerileri ve anlamalarının keskinleştiği sonucuna varılmıştır. Nitekim bu araştırmada da öğrenciler öğrenmelerin kalıcılığına ve etkili öğrenmeye dikkat çekmişlerdir. Berry ve Nyman' ın belirttiği öğrencilerin diğer görüşleri ise bu yaklaşımın sevildiği, stresin ortadan kalktığı, göreve odaklanmalarını sağladığı, ezberini unuttuğu için endişelenmedikleri çünkü partnere güvenebileceklerini biliyor oldukları, grup olarak kavrama ortak anlamlar yükleyebildikleri ve ne yapabildiklerini gördükleri yönündedir. Burada her bireyin farklı güçlü yanlarını beraberinde getirmesi, iki zihnin birlikte daha iyi çalışması ve birbirlerini zorlayabilmeleri ve farklı fikirler ve soruya yaklaşım yolları elde etmeleri, doğru sonuca ulaşılma olasılığının artması, özgüvenin artması gibi bu araştırmadan elde edilen durumların etkili olduğu söylenebilir. Ayrıca matematik dersini sevdirme ve grup olarak rekabet etme düşüncelerinin motivasyonu arttığını sonucuna ulaşılmıştır. Ek olarak öğrenciler grup çalışmalarında sosyalleşmenin arttığına da dikkat çekmişlerdir. Mousoulides, Pittalis ve Christou (2006) da öğrencilerin modelleme etkinlikleriyle çalışmasının önemli bir yönünün de doğal olarak grup içerisinde yer alan iletişim ve sosyal etkileşim olduğunu belirterek bu bulguyu desteklemiştir. Bu durumun nedenini Zawojewski, Lesh ve English (2003) model oluşturma, yorumlama ve modeli doğrulama becerilerinin sergilenmesine bağlamışlardır. Hoyles ve Noss (2007) öğrencilerin grup çalışmalarında başarılı oldukları sonucuna ulaşmıştır. Bu araştırmada da grup çalışmalarının modelleme etkinlikleri üzerindeki etkisi doğrudan gözlenmiştir. Ancak bu araştırma ile sınıf tartışmalarının da grup çalışmaları kadar modelleme başarısını ortaya koymada etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Nitekim Doerr ve English (2003) dersin sonunda grupların bir araya gelerek ürettikleri modeller üzerinde tartışmaları yoluyla modellerini tanıtma, kıyaslama, düzenleme imkânı bulduklarını ifade ederek bu sonucu doğrulamışlardır.

Özcan (2005) çalışmasında matematiksel modellemenin problem çözme stratejisi olarak en düşük yüzdeye sahip olan strateji olduğunu saptamıştır. Nitekim alan yazında da modelleme görevlerinin gerçekleştirilme durumlarının yeterli düzeyde olmadığını, öğrencilerin zorluklar yaşadığını ortaya koyan çalışmalar bulunmakta, uluslar arası sınav sınav sonuçları da bu durumu desteklemektedir.

Ancak durumu iyileştirme anlamında halen çalışmalar sürmektedir. Bu bağlamda araştırma sonuçlarının da alana umut verici bir tablo ortaya koyduğu söylenebilir.

6.4 Görüşmelerden Elde Edilen Sonuçların Tartışılması

Öğretmen adaylarıyla modellemeye dayalı öğrenme-öğretme uygulamaları üzerine yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Elde edilen nitel veri betimsel analiz yapılarak incelendiğinde verilerin öğretimi planlama sürecine ilişkin görüşler, uygulama sürecine ilişkin görüşler ve modellemeye ilişkin tutumlar olmak üzere 3 tema altında toplandığı ortaya çıkmıştır. Bu 3 temayı oluşturan alt temalar bulunmaktadır. Öğretmen adaylarının öğretimi planlama sürecine ilişkin görüşleri ve uygulayıcının süreçteki rolü alt temasıyla birlikte kısmen uygulama sürecine ilişkin görüşleri daha önceki bölümlerde tartışılmıştır. Benzer şekilde öğrencilerle yapılan görüşmeler incelendiğinde 7 temanın ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Bu temalar modellemeye dayalı öğretimin katkıları, model oluşturma etkinliklerine yönelik görüşler, öğretmenin rolüne yönelik görüşler, grup çalışmalarına yönelik görüşler, sınıf tartışmalarına yönelik görüşler, modellemenin kullanımı ve kamera çekiminin etkileridir. Bu temalardan ikincisi, üçüncüsü, dördüncüsü ve beşincisi de daha önceki bölümlerde tartışılmıştır. İlköğretim matematik öğretmenlerinin görüşleri ise modelleme algısı, modellemenin kullanımı, modellemenin öğrenme sürecine katkıları ve modellemenin uygulanabilirliğini etkileyen faktörler olmak üzere 4 tema altında toplanmıştır.

Öğretmen adaylarının, öğrencilerin ve ilköğretim matematik öğretmenlerinin modellemeye dayalı öğrenme-öğretme uygulamalarına ilişkin görüşleri incelendiğinde temaların alt temalar ve kategorilerle birlikte ortak paydalarda buluştuğu tespit edilmiştir. Karşılaştırmalı veri analizi sonucunda 3 durum ortaya çıkmıştır. Bunlar;

1. modellemeye dayalı öğretimin matematik öğrenmeye katkıları,
2. modellemeye dayalı öğretimin kullanımı,
3. modellemeye dayalı öğretimin uygulanabilirliğini etkileyen faktörlerdir.

Bu bağlamda takip eden bölümlerde bu durumlar ayrıntılı olarak tartışılarak sunulmuştur.

6.4.1 Modellemeye Dayalı Öğretimin Matematik Öğrenmeye Katkıları

Bu bölümde modellemeye dayalı öğretimin matematik öğrenmeye katkıları öğretmen adaylarının, öğrencilerin ve öğretmenlerin görüşleri ile birlikte ele alınarak tartışılmıştır.

Öğretmen adaylarının görüşleri incelendiğinde başarma duygusunu yaşama, aktif katılım, farklı çözümlerin görülmesi, yeni fikirlerin ortaya çıkması ve yaratıcı düşünmeyi geliştirme kategorilerinin ön plana çıktığı tespit edilmiştir. Öğrencilerde öne çıkan kategoriler ise etkili öğrenme, matematiğin eğlenceli hale gelmesi, öğrencilerin görüşlerini kendi istekleri doğrultusunda paylaşmaları, matematiğin günlük yaşamdaki yerini fark etme ve işbirlikli çalışmadır. İlköğretim matematik öğretmenlerinin görüşlerinden öne çıkan kategoriler ise aritmetik genellemeden cebirsel genellemeye geçişi sağlaması, problem çözme becerisini geliştirmesi, üst düzey matematik bilgisi kazandırması, matematiksel muhakeme gibi üst düzey bilişsel etkinliklerde öğrenciyi geliştirmesi, bilginin öğrenci tarafından yapılandırılması, matematik dersine ilgiyi çekmesi ve devamlı kılması, çok yönlü değerlendirme yapma imkânı vermesi, yaratıcı düşünmeye sevk etmesi şeklindedir. Öne çıkan kategorilerin bir bütün olarak modellemeye dayalı öğretimin katkıları konusunda genel bir çerçeve çizdiği söylenebilir. Konuya açıklık getiren öğretmen adaylarının, öğrencilerin ve ilköğretim matematik öğretmenlerinin öne çıkan kateorilerinin kendi profillerine göre farklılaştığı da araştırmanın bir diğer sonucunu oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra paydaşların öne çıkan görüşlerinde benzerlikler olduğu da göze çarpmaktadır. Ortak görüşler; başarı elde etme, aktif katılım, çok boyutlu düşünme ve öğrenmede kalıcılığın sağlanması üzerinedir. Alan yazın incelendiğinde de bu görüşlere daha çok vurgu yapıldığı tespit edilmiştir.

İlk olarak öğrenmede kalcılığın sağlanmasına ilişkin görüşler incelenmiştir. Matematik programının odağında kavramsal öğrenmeyle birlikte işlemsel öğrenme de bulunmaktadır. Bu noktada modellemeye dayalı öğretimin kavramsal öğrenmeye derinlemesine katkı sağladığı, işlemsel öğrenmeyi de iyi bir seviyeye taşıdığı bilgisine uygulama sürecinin gözlenmesiyle ulaşılmıştır. Bir başka deyişle matematik programında hedeflenen konuların ve kavramların öğretilmesinin yanında, matematiğinin daha derinlemesine öğrenildiği ve öğrencilere yeni matematik konuları öğrenme konusunda daha fazla motivasyon sağladığı tespit edilmiştir.

Geleneksel öğretimle matematiğin öğrenilmesinin ve derinlemesine anlaşılmasının mümkün olmadığına dikkat çeken öğretmen adayları, öğrenciler ve ilköğretim matematik öğretmenleri bu durumu farklı şekillerde ifade etmişlerdir. Öğretmen adayları bunun için kalıcı öğrenme, anlamlandırma, matematik bilgilerini pekiştirme ifadelerini kullanmştır. Öğrenciler ise etkili öğrenme, öğrenilenlerin kalıcı olması, öğrenilenlerin pekiştirilmesi, kolay öğrenme, diğer derslere olumlu yönde etkileri olması yönünde görüş bildirmişlerdir. İlköğretim matematik öğretmenlerinin ise modellemenin kalıcı öğrenmeyi sağlaması ve matematik bilgisinin derinlemesine gelişimini sağlaması şeklinde ifadeleri bulunmaktadır. Bu anlamda Zbiek ve Conner' ın (2006), Swan ve diğerlerinin (2007), Kim ve Kim (2010) ve Koylahisar-Dündar' ın (2012) çalışmalarında da benzer durumun ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Kim ve Kim (2010) modelleme sürecinde sürekli düzenleme, sunum, tartışma ve modifikasyon yapıldığı için bu durumun öğrencilerin öğrenme sürecini derinleştirmelerini sağladığına işaret etmiştir. Swan ve diğerleri (2007) matematiksel modelleme deneyimlerinin sadece öğrencilerin kazanılmış bilgilerini güçlendirmeyip yeni matematiksel bilgilerini de geliştirdiğini belirtirken Koylahisar-Dündar (2012) modellemeye dayalı öğretimle öğrencilerin farklı bir bakış açısı geliştirdiklerini ve böylece öğrencilerin bilgiyi kendi zihinlerinde daha anlamlı hale getirmeyi başardıklarını ortaya koymuştur.

Öğretmen adaylarının, öğrencilerin ve ilköğretim matematik öğretmenlerinin bir diğer ortak görüşü modellemeye dayalı öğretimle birlikte matematik başarısının artacağı düşüncesidir. Bu noktada alan yazında da modellemenin matematik başarısı üzerinde olumlu etkilerinin olduğu çalışmalar mevcuttur (Doruk, 2010; English, 2009; Kaf, 2007; Koylahisar-Dündar, 2012; Maaß, 2006, 2007). Maaß (2006, 2007) küçük sınıflardan itibaren öğrencilerin modelleme becerilerini geliştirebilecek yapıda olduklarını ortaya çıkarmıştır. English (2009) ilkokul öğrencilerinin de karmaşık veri sistemlerini içeren modelleme problemlerini gayet başarılı şekilde çalışabildiklerini göstermiştir. Doruk (2010) uygulamalar süresince matematik dersinde başarı düzeyi düşük öğrencilerin de modelleme sürecine etkin bir şekilde katıldıklarını ve başarıyla model geliştirme sürecini tamamlayabildiklerini ortaya koymuştur.

Swan ve diğerlerinin (2007) modellemenin öğrencilerin geliştirmek zorunda oldukları matematiksel becerilerden biri olduğu gibi aynı zamanda başka matematiksel becerilerin gelişimini de sağladığını ve desteklediğini ifade etmiştir. Bu anlamda öğretmen adaylarının, öğrencilerin diğer ortak görüşü olan çok boyutlu düşünme becerisi gibi pek çok becerinin kazandırılması yönünde görüşler ortaya çıkmaktadır. Öğretmen adaylarının görüşlerinde ortaya çıkan beceriler; yaratıcı düşünmeyi geliştirme, sorgulama becerisi kazanma, eleştirel düşünme, üst düzey düşünme becerisini geliştirme, yorumlama becerisi geliştirme, tahmin yürütme becerisi kazanma, bakış açısı geliştirme ve matematiğin daha anlaşılır hale gelmesi dir. Öğrencilerin görüşlerinde yorumlama becerisini geliştirme, eleştirel düşünme, bakış açısını genişletme becerileri yer almaktadır. Problem çözme becerisini geliştirmesi, yaratıcı düşünmeye sevk etmesi, araştırmaya sevk etmesi, matematiksel muhakeme gibi üst düzey bilişsel etkinliklerde öğrenciyi geliştirmesi şeklindeki beceriler de ilköğretim matematik öğretmenlerinin görüşlerinde bulunmaktadır. Bu görüşleri destekleyen duruma Sole' ün (2013), Kim ve Kim' in (2010) ve Özturan-Sağırlı' nın (2010) çalışmalarında rastlanmıştır. Sole (2013) modellemenin katkılarını çocuklara öz bağımlılık, yaratıcılık, matematik derslerinde uzun dönemli etkiler, gerçek hayatta matematiği kullanma, matematik derslerinin ötesinde uzun dönemli etkiler ve özellikle olumlu yönde değerlendirilen öğretmen rolündeki değişiklikler olarak tespit etmiştir. Kim ve Kim (2010) matematiksel modellemeyi uygulayan sınıflarda matematiksel düşünme, bilgi arama ve problemlerin anlaşılması, değerlendirilmesi ve yorumlanması için çeşitli fırsatlar ortaya çıktığını belirtmiştir. Bunun yanı sıra öğrenmenin bu türünün problem çözme yeteneklerini ve yaratıcı öğrenmelerini geliştirdiğini söylemişlerdir. Özturan-Sağırlı' nın (2010) çalışmasında öğrenciler matematiksel modelleme yönteminde kullanılan problemlerin sıra dışı olduğunu ve daha fazla yorum gerektirdiğini ifade etmişlerdir. Bu bağlamda modellemeyle birlikte öğrencilerin yorumlama becerilerinin geliştiği sonucuna ulaşılmaktadır ki bu araştırmada da gerek öğretmen adaylarının gerekse öğrencilerin görüşlerine bu durumun yansıdığı tespit edilmiştir. Biembengut (2006) ise genel olarak matematiksel modellemenin önemli becerilerin gelişimine katkı sağlayabileceğini belirtmiştir. Problem çözme becerilerinin bu yolla geliştirileceğine ilişkin alan yazında çalışmalar (English, 2009; English ve Watters, 2004; Kertil, 2008; Kandemir, 2011; Kim ve Kim, 2010; Lingefjärd, 2000) bulunduğu görülmüştür.

Öğretmen adayları modellemeye dayalı öğretimle birlikte genellemelere ulaşıldığını, motivasyonun arttığını ve zihinsel süreçlerin kullanıldığını belirtmişlerdir. İlköğretim matematik öğretmenleri ise üst düzey matematik bilgisi kazandırması, aritmetik genellemeden cebirsel genellemeye geçişi sağlaması, öğrencinin kendisinin çıkarımda bulunmasını sağlaması yönünde görüşleri bulunmaktadır. Bu duruma Businskas (2005) gerçek hayat modellemesi kullanımının öğrencilerin zihinsel düşünme süreçlerini hazırlamada ve motivasyonunu arttırmada kullanışlı olduğunu belirterek açıklık getirmiştir.

Öğretmen adaylarının, öğrencilerin ve ilköğretim matematik öğretmenlerinin görüşlerinde bir bulgu daha göze çarpmaktadır. Bu da aktif katılımın sağlandığına ilişkin görüşlerin ortak görüş olarak araştırmaya yansımasına neden olmuştur. Öğrenciler süreçte akranlarıyla iletişime geçerek birbirlerinden öğrenmişlerdir ve sınıfta “izleyerek öğrenme” yerine “yaparak öğrenme” atmosferi oluşmuştur. Bu durumun öğretmen adaylarının görüşlerine doğrudan yansıdığı görülmekle birlikte öğrencilerde öğretmen merkezli öğretime son verildiği ifade edilmiştir. Genel matematik etkinliklerinin aksine modelleme ile öğrencilerin kendi öğrenmelerinin merkezinde oldukları ve kendi matematiklerini yapılandırmalarının gerektiği otantik problem durumları içerisinde yer aldıkları bilinen bir gerçektir. Uygulamaya katılan öğrenciler problemleri çözerken kitaplardaki bilgileri hatırlamayı ve kullanmayı denemişler veya ezberledikleri formülleri doğrudan kullanmayı tercih etmişlerdir. Hatta bu durumlara uygulama sürecinde sıklıkla rastlanmıştır. Ancak modellemeye dayalı öğretimle birlikte öğrenciler matematik bilgilerini örgütlemeyi, kendi bilgilerini yapılandırmayı öğrenmişlerdir. Örnek olarak ÖA6’ nın uygulamasında öğrenciler koninin yüzey alanını problem durumuna uygun olacak şekilde yeniden düzenlemede ilk başlarda zorluk yaşamışlardır. Çünkü onlara koninin yüzey alanının nar şeklinde ezberletildiği ve bu şekilde formülü daha rahat akıllarında tutabileceklerinin söylendiği öğrenilmiştir. Bu durumda öğrencilerin kendi bilgilerini yapılandırmaları kavramsal öğrenmelerine de katkı sağlamıştır. Ulaşılan bu bilginin Boaler (2001) tarafından da desteklendiği tespit edilmiştir. Boaler öğrencilerin kendilerine öğretildiği şekliyle çözümler ürettiklerinde sadece işlem tekrarı uygulamasını öğreneceklerini ve böylece matematiğin sınıf dışında kullanımının sınırlanacağı bilgisine ulaşmıştır. Buradan hareketle matematiksel modelleme yardımıyla öğrencilerin sahip oldukları matematiksel bilgiyi kullanma fırsatı yakaladıkları söylenebilir. Nitekim bu konuya ilişkin araştırmalara alan yazında da rastlanmıştır (Boaler, 2001; Lingefjärd, 2000; Nyman ve Berry, 2002).

Bu araştırmada süreçte aktif katılımla birlikte farklı çözümlerin görülmesi, yeni fikirlerin ortaya çıkması, birbirlerinden öğrenme, işbirlikli çalışma, hataları fark etme, öznel bilgi oluşturma/yapılandırma, düşüncelerini özgürce savunabilme, sınıf içi etkileşimin artması, farklı bir deneyim yaşama, anlaşılmayan durumlarda rahatlıkla soru yöneltebilme, tartışma yoluyla öğrenme, yaparak yaşayarak öğrenme, matematik bilgilerini örgütleme, matematiği diğer disiplinlerle ilişkilendirme ve soyut bilginin somutlaştırılması yönünde katkıların öğretmen adaylarınca sıralandığı görülmektedir. Bu noktada öğrenciler ise görüşlerini kendi istekleri doğrultusunda paylaşmaları, işbirlikli çalışma, hataları fark etme, işbirlikli öğrenme, farklı çözümleri görme, öğrenciler arasındaki iletişim artması, arkadaşlarının durumunu görme yönünde modellemeye dayalı öğretimin katkılarını ifade etmişlerdir. İlköğretim matematik öğretmenleri ise bilginin öğrenci tarafından yapılandırılması, matematiksek fikirleri deneysel olarak keşfetme imkânı, ezberi engellemesi, günlük yaşam problemlerini matematikleştirme imkânı, öğrencinin sahip olduğu matematik bilgisini örgütlemesi ve modelleme uygulamalarının öğrenciyi yansıtıcı olarak desteklemesi şeklinde katkıları sıralamışlardır. Özturan-Sağırlı (2010) da benzer şekilde modellemenin öğrencilerin matematiği daha somut olarak günlük hayatlarında görebilmelerine, düşünme ve yorum güçlerini geliştirmelerine ve ezbercilikten kurtulmalarına katkıda bulunduğunu belirtmiştir. Lingefjärd (2002) öğrencilerin modellerini açıklamaları ve savunmaları istendiğinden yanlış anlamaların da ortaya çıktığını belirtmiştir. Eraslan (2011) modelleme etkinliklerinin katkılarını; yorum getirme, yeni bir düşünce ortaya koyma, farklı boyutlardan bakabilme, farklı şekilde düşünme, kendini ifade etme, empati kurma, sosyalleşme şeklinde sıralamıştır. Buradan hareketle belirtilen katkıların süreçte aktif katılımı desteklediklerini ve süreci tamamlamada etkin bir araç olma niteliği taşıdıklarını söylemek mümkündür.

Öğretmen adaylarının matematiğin diğer disiplinlerle ilişkilendirilmesi yönünde modellemenin katkı sağladığına dair görüşlerinin somut bir örneğine English’ in (2009) çalışmasında rastlanmıştır. English ilkokullar için Matematik, Fen ve Edebiyatın bir başka ifadeyle bizim için Türkçe’nin anlamlı öğrenme deneyimleri içerisinde bir araya getirilebileceğini ortaya koymuştur. Bunun yanısıra öğrencilerin matematik öğrenmelerinde model tabanlı yaklaşımın onlara disiplinler arası deneyimler için zengin fırsatlar sunduğunu eklemiştir. Bu araştırmanın bir diğer bulgusu öğrencilerin modellemeye dayalı öğretimle birlikte matematiğin diğer alanlardaki problemlere nasıl uygulanabileceğini, matematiksel bir çözüm bulmak için bir probleme nasıl yaklaşılacağını öğrendiklerini, grup içinde çalışmaktan da sınıftaki atmosferden zevk aldıklarını belirtmeleri olmuştur. Bu bulguyu destekleyen çalışmalar Nyman ve Berry' nin (2002) ve Berry ve Nyman' ın (2002) çalışmalarıdır.

Modellemeye dayalı öğretimle günlük hayattaki matematiğin fark edildiği öğrencilerle ve ilköğretim matematik öğretmenleriyle yapılan görüşmelerde ortaya çıkan bir bulgudur. Benzer şekilde Boaler'in (2001) çalışmasında da modellemeye dayalı eğitim alan öğrencilerin okul matematiği ile gerçek yaşamın birbirinden farksız olduğunu ortaya koyan ifadelerine rastlanmıştır. Doruk (2010) ise matematiksel modelleme etkinlikleri kullanılan grupların, günlük yaşam problem durumlarında matematikten yararlanma, günlük yaşamlarında matematik dilini kullanma ve matematikle günlük yaşamı ilişkilendirme düzeylerinin bu etkinliklerin kullanılmadığı gruplardan daha yüksek olduğunu belirlemiştir.

Öğretmen adaylarının, öğrencilerin ve ilköğretim matematik öğretmenlerinin görüşleri incelendiğinde modellemeye dayalı öğretimin katkıları konusunda tutumlardan da bahsedildiği ortaya çıkmıştır. Öğretmen adayları eğlenerek öğrenme, matematik dersini sevme, matematik dersinden zevk alma, özgüven geliştirme, cesaret kazanma, dersle ilgili olma, etkinlikleri çözmeye istekli olma, hevesle çalışma konusunda görüş bildirirken öğrenciler de merak duygusu uyandırma şeklinde katkıları sunmuşlardır. Öğrencilerde de benzer duruma rastlanmıştır. Onlar da matematiğin eğlenceli hale gelmesi, matematiği sevdirme beklentisi, matematik dersine dikkat çekme, eğlenerek öğrenme, ilgiyi arttırma, işlem yapmanın eğlenceli hale gelmesi, öğrencilerin kendilerini değerli hissetmesi gibi durumlara dikkat çekmişlerdir. İlköğretim matematik öğretmenleri de matematik dersine ilgiyi çekmesi ve devamlı kılması, dersi daha zevkli işlenir hale getirmesi şeklinde iki katkıyı belirtmişlerdir. Görüşlerde ortak düşünce matematik dersine olan ilginin arttığı, daha zevkli hale geldiği ve eğlenerek öğrenmenin gerçekleştiği yönündedir. Bunun yanı sıra öğrenciler matematiği daha kolay öğrendiklerini de ifade etmişlerdir. Alan yazın incelendiğinde modelleme etkinlikleri ile gerçekleştirilen matematik derslerinden zevk alma durumuna Lingefjärd' ın (2002) çalışmasında da rastlanmıştır. Kim ve Kim' in (2010) çalışmasında ise öğrenciler modellemeye dayalı öğretimin matematik öğrenmeyi ilginç ve kolay hale getirdiğini çünkü bunun günlük yaşamla uyumlu matematiksel bilgiye ulaştırdığını ifade etmişlerdir. Lim, Tso ve Lin (2009) modellemeye dayalı öğretim sonunda öğrencilerin inançlar, kullanışlılık ve kaygı gibi tutumlarında anlamlı bir değişiklik olmadığını ancak zevkin anlamlı yönde değiştiğini saptamıştır. Matematiksel modellemenin matematiği ilginç hale getirdiği ve matematiğe yönelik tutumları kötüleştirmediği ve öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun modellemeye dayalı öğretime yönelik olumlu tepki gösterdiği ifade edilmiştir. Benzer şekilde Ünveren (2010) tutumlar üzerindeki olumlu etkiyi, Yağcı (2010) ise tutumlarda bir değişiklik olmadığını ancak tutumların olumlu yönde olduklarını tespit etmiştir. Korkmaz' ın (2010) çalışmasında ise öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrasında modeller ve modelleme görüşlerinde ve matematik dersine karşı tutumlarında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmiştir. Korkmaz'ın çalışmasında olduğu gibi bu araştırmada da öğretmen adayları modellemenin karmaşık ve uzun süren bir süreç olduğu halde bu süreci yaşamaktan keyif aldıklarını ve matematiğin günlük yaşamdaki öneminin farkına vardıklarını belirtmişlerdir. Schukajlow ve diğerleri (2011) öğrencilerin modellemeye dayalı öğretimle zevk, ilgi ve öz yeterlilik beklentilerinin anlamlı şekilde arttığı sonucuna ulaşmışlardır. Modelleme problemlerinin aksine matematik problemlerindeki ilgi ve zevk ortalamalarının daha az yükseliş gösterdiği tespit edilmiştir. Bu araştırmada gözlenen bir durum da öğrencilerin modelleme etkinliklerine duydukları ilgi olmuştur. Öğrenciler çalışmalarını zevkle sürdürmüş, hevesle çalışmışlardır. Etkinliklerin merak uyandırdığı ve dersin bu şekilde daha eğlenceli hal aldığı öğrenciler tarafından bildirilmiştir. Burada dikkat çekici nokta öğrencilerin özellikle öğretmen merkezli öğretime son verildiği yönünde görüşlerini belirtmiş olmalarıdır ki bu Schukajlow ve diğerleri (2011) de çalışmalarında modellemeye dayalı öğretimi öğretmen ve öğrenci merkezli olmak üzere inceleme gereği duymuşlardır. Nitekim öğretmen merkezli öğretimde ilgi ve zevkte zayıfça pozitif yönde değişiklikler olduğu ve öğretimden sonra modelleme problemlerindeki ilginin sabit kaldığı saptanmıştır. Öğrenci merkezli öğretimin işlemsel-stratejik formunun öğrencilerin zevk, ilgi, değer ve öz-yeterlilikleri üzerinde güçlü etkileri olduğu ortaya çıkmıştır. Öğrenci merkezli öğretim yönteminin; hem modelleme problemleri üzerinde çalışırkenki etkilenmelerini hem de öğrencilerin başarılarını geliştirmeye uygun olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Kyeleve ve Williams (1995), öğrencilerin yeteneklerinin tutumlar üzerinde bazı etkilere sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Bu tespite göre modelleme sürecinde ele alınan 7 aşamanın bir başka deyişle öğrencilerin modelleme yeteneklerinin tutumlar üzerinde etkili olduğu söylenebilir. Nitekim öğrencilerle yapıla görüşmeler süreçte yaşanan deneyimleri ve geliştirilen duyguları ortaya koymaktadır. Lim, Tso ve Lin (2009), uygulamalı modelleme projesine katılan öğrencilerin matematik tutumlarını; inançlar, kullanışlılık, zevk ve kaygı olmak üzere 4 boyutta incelemiştir. İnançların, öğrencilerin uygulamaya getirdiği yargılar olduğunu ve öğrencilerin bilgilerine ve önceki deneyimlerine dayandığını ifade etmiştir. Kullanışlılık ise araştırmacılar tarafından, öğrencilerin gözlerinde yararlı, pratik ve lehine olacak şekilde görülen ve projeyi yapmaya değer kılan olarak tanımlanmıştır. Zevk (enjoyment), memnuniyet ve baskı hissetmeme anlamında tanımlanırken kaygı, proje hakkında endişe ve baskı hissetme olarak tanımlanmıştır. Bu tanımlamalar incelendiğinde modellemeye dayalı öğretimin matematik öğrenmeye katkıları içerisinde bunların her birinin olduğu tespit edilmiştir. Lester (1987) inançların, bireyin etrafında olan bitenleri yorumlamada geliştirdiği öznel bilgiden oluştuğunu ifade etmiştir. Galbraith, Izard ve Christopher (2003), yargıları ve görüşleri etkileyen matematiksel modellemedeki inançların modelin değişkenlerini ortaya koyma açısından oldukça önemli olduğunu belirtmiştir. Bu bağlamda öğrenciler modelleme sürecinin matematik öğrenmede yararlı bir araç olduğunu ve gelecek kariyerlerinde muhtemel yararlarını göreceklerini vurgulamışlardır.

Öğrencilerin çoğu öğretimin eğlenceli ve güzel geçtiği, keyif aldıkları ve memnun kaldıkları yönünde görüşler bildirmiştir. Bu görüşler zevk teması altında toplanabilir. Galbraith, Izard ve Christopher (2003), zevkin öğrencilerin matematiksel deneyimlere yanıt vermede gösterdikleri içgüdüsel ya da sezgisel bir duygu olduğunu belirtmiştir. Bu bağlamda öğrencilerin öğretime yönelik olumlu duygular içinde olmaları, modellemeye dayalı öğretim ile hem eğlenip hem de öğrendiklerini ve daha rahat ve etkin çalışma imkânı bulduklarını ifade etmeleri çalışmanın bir diğer bulgusunu ortaya koymaktadır.

Çalışmada ortaöğretim kurumlarına geçme sınavına hazırlanan öğrenci grubu yer almıştır. Öğrencilerin çok az bir kısmı modellemeye dayalı öğretimin olumsuz yönü olarak modelleme görevleri içerisinde sayıca az soru yer almasını bildirmiştir. Öğrenciler sınav kaygısı taşıdıkları için bu beklenen bir durumdur, ancak uygulamayı alan öğrenciler genellikle modellemeye dayalı öğretimin gelecekteki başarıları hakkında kullanışlılığı, eğlenerek öğrendiklerini, modelleme görevleri üzerinde çalışırken öğrenme kaygısı taşımadıklarını belirtmişlerdir.

Kaino ve Salani' nin (2004) de çalışmalarında benzer şekilde öğrencilerin, kullanışlılığı gelecekteki kariyerleri ile ilişkilendirdiklerini tespit etmişleridir, ancak bu araştırmanın aksine öğretimin olumsuz yönü olarak eğlenmediklerini belirtmişler ve bunu sınav kaygısı yerine öğrenme kaygısına bağlamışlardır. Matematiksel modellemeye dayalı öğrenci görüşlerinin incelendiğinde bu çalışmada öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun öğretime yönelik olumlu düşüncelere sahip olduğu tespit edilmiştir. Öğrenciler farklı bir sınıf ortamını tecrübe ettiklerini ve çalışmanın matematiği öğrenme açısından kendilerine olumlu yönde katkı sağladığına inandıklarını ifade etmişlerdir. Bu çalışmanın eğlenceli, uygulanabilir olduğu yönünde görüş bildirenler olduğu gibi çok az sayıda sınav kaygısı açısından olumsuz görüş bildiren olmuştur.

6.4.2 Modellemeye Dayalı Öğretimin Kullanımı

Bu bölümde modellemeye dayalı öğretimin kullanımı hakkında öğrencilerin, öğretmen adaylarının ve ilköğretim matematik öğretmenlerinin görüşleri üzerinden genel bir değerlendirme yapılmıştır.

Görüşler incelendiğinde öğrencilerin derslerde modellemenin kullanımına ilişkin görüşleri özellikle her sınıf düzeyinde ve her hafta kullanımı yönündedir. Öğretmen adayları da her sınıf düzeyinde kullanabileceği yönünde görüş bildirmiştir. Öğretmen adayları matematik öğretiminde modellemeye mutlaka yer verilmesi gerektiğinin altını çizerken, kesinlikle kullanacağını belirten 12 öğretmen adayı tespit edilmiştir. Her konu için kullanılamayabileceği yönünde görüş bildiren 14 öğretmen adayına karşılık 2 öğretmen adayı her konu için iyi modelleme etkinlikleri hazırlanabileceğini bildirmiştir. Her kazanım için ve matematiğin her öğrenme alanı için uygulanabileceğini bildiren öğretmen adayları vardır. Bunun aksine modellemenin uygulanabileceğini ama sürekli bu yönteme yer verilmesinin çok da etkili olmayacağını bildiren 12 öğretmen adayı bulunmaktadır. Burada dikkat çekici olan öğretmen adaylarının görüşlerinde "evet kullanırım, kullanılması gereklidir, ama her zaman değil" düşüncesinin hâkim olduğu görülmektedir. Bu noktada öğretmen adaylarının öğrenme-öğretme stillerinin ya da farklı düşünme stillerinin etkili olduğu söylenebilir. Bu durumu Borromeo-Ferri (2008) öğretmen müdahaleleri ile açıklamıştır. Öğretmenlerin müdahalelerinin çoğunlukla sezgisel olduğunu, bağımsızlığı teşvik edici olmadığını ve genellikle ya içerikle ilgili ya da örgütsel olduğunu nadiren de stratejik olduğunu bildirmiştir. Burada bir etken de öğretmen adaylarının kendilerinin geleneksel öğretimle matematik öğrendiklerini ifade etmeleri olmuştur. Düz anlatım yöntemine alışık oldukları için bu öğretim türü onlara farklı bir deneyim yaşatmıştır. Öğretmen adayları uygulamaları sonrasında modellemeye dayalı öğretimin etkililiği konusunda olumlu görüş geliştirdikleri için ileride meslek yaşamlarında mutlaka modellemeye yer vereceklerini bildirmişlerdir. Nitekim bu durum öğretmen adaylarının modellemenin kulllanışlılığı yönünde görüşlerine de yansımıştır. Öğretmen adaylarının en az % 62' sinin matematiği sevdirme, etkili öğrenme, fayda sağlama, etkin katılım sağlama, öğrenilerin pekiştirilmesi yönünde görüş bildirdiği tespit edilmiştir. Kullanışlılık üzerine diğer görüşler ise dersi monotonluktan kurtarma, kalıcı öğrenme, matematik bilgisinin öğrenci tarafından yapılandırıılması, öğrenciler için matematiğin günlük hayatta kullanımını görme, başarıyı arttırma, anlamlandırma, farklı bir deneyim yaşama, matematiksel süreç becerilerinin kullanılması, konuyla ilgili birçok bilgiyi aynı anda toplama, özeleştiri yapma imkânı sunması, ekonomik olmasıdır. Bu noktada öğretmen adaylarının modellemeye dayalı öğretimin kullanımı konusunda öğrenciler açısından kullanışlılığın sağlandığına dair güçlü deliller sundukları söylenebilir. Ancak bu araştırmada uygulamaya katılan öğrenciler kadar modellemeye dayalı öğretimi gerçekleştiren öğretmen adaylarının kendilerinin ne hissettiği de önemlidir. Bu doğrultuda öğretmen adayları ilgiyle dersi sürdürdüklerini, güzel bir deneyim yaşadıklarını, dersin zevkle işlendiğini, öğrencilerin çalışmalarından hoşnut olduklarını, uygulanmasının rahat olduğunu, güzel vakit geçirdiklerini, öğrenci çalışmalarından hemen dönüt alabildiklerini, mesleklerinden zevk aldıklarını öğretime hazırlanmanın keyif verdiğini belirtmişlerdir. Benzer şekilde Lesh ve Doerr (2003a) çalışmasında öğretmen adayları veya öğretmenlerle yapılan modelleme etkinliklerinin onların mesleki gelişimine de katkı sağladığını tespit etmiştir. Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının modelleme uygulamalarından zevk aldıklarını belirtmişlerdir. Bu durumun modellemenin uygulanabilirliğine ilişkin görüşlere de olumlu şekilde yansıdığını söylemek mümkündür.

Modellemeye dayalı öğretimin ara sıra kullanılması yönünde görüş bildiren öğrenciler olduğu gibi her hafta en az 1 kez kullanılması yönünde görüş bildiren öğrencilerin olduğu saptanmıştır. Bu noktada öğretmen adayları da bazı konularda sürecin başında uygulanması, temel bilgiler verildikten sonra uygulanması veya ünite sonlarında kullanılması gerektiğine işaret etmiştir. Öğretmen adaylarının matematiğe bakış açısını olumlu yönde geliştirdiği, geometri ve cebir alanları için elverişli olduğu, farklı fikirler ortaya çıkması açısından kalabalık sınıflarda uygulanabileceği gibi görüşleri de bulunmaktadır. Benzer şekilde Türker, Sağlam ve Umay (2010) ve Ünveren (2010) matematik öğretiminin anlamlı, kolay ve etkili olmasında öğretmen adaylarının matematiksel modellemenin kullanılması gerektiği yönünde görüş bildirdiklerini ifade etmişlerdir. Sekerak (2010) matematik çalışmanın öğrencilere günlük problemleri nasıl çözeceklerini öğrenmekten çok daha fazla olması gerektiğini belirtmiş ve sahip oldukları matematiksel bilgiyi uygulamalı olarak kullanmalarına değinmiştir. Bu doğrultuda matematiksel modelleme anlamlı bir bilişsel yöntem olarak sunulmuştur. Kim ve Kim (2010) hem öğrencilerin hem de öğretmenlerin matematiksel modelleme dâhil edilen eğitim programı üzerine tatmin edici görüşler sunduklarını ifade etmiştir. Modelleme etkinliği için öğrenciler genel matematik sınıfı ve öğrenmelerinden farklı olduğunu ve grup tartışmasının çalışmalarına da yararlı olduğunu belirtmişlerdir. Bu araştırmada da öğretmen adaylarının süreci deneyimlemeleri nedeniyle de benzer görüşlere sahip oldukları ortadadır. Bu noktada Stohlman (2013) öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ile ilgili olumlu deneyimler yaşamalarının önemine değinmiştir. Sonuç olarak modellemeye dayalı öğretimin kullanımı yönünde görüşlerin arttığı göze çarpmaktadır. Ancak burada en net açıklamayı yapan şüphesiz ilköğretim matematik öğretmenleri olmuştur.

İlköğretim matematik öğretmenlerinin modelleme uygulamalarına öğretim öncesinde, öğretim esnasında veya sonunda olmak üzere yer verdiği ancak bu 3 durum içinde modellemenin kullanımının daha çok öğretim öncesinde ve süreçte tercih edildiği ortaya çıkmıştır. Öğretim öncesinde modellemenin kullanımı yeni bir ünite/konuya başlarken ön bilgilerin hatırlatılması, derse dikkatin çekilmesi amacıyla tercih edilmektedir. Bu durumun benzeri, Şandır' ın (2010) çalışmasında öğrenciyi derse hazırlamak ve kavram hakkında bir önbilgi oluşturarak derse karşı motivasyonu arttırmak şeklinde ifade edilmiştir. Öğretim esnasında modellemenin kullanımına ilişkin bulgular incelendiğinde modellemenin konuyla ilgili temel bilgiler verildikten sonra, konuyu somutlaştırmada, matematiksel muhakeme gerektiren durumlarda, konuyu pekiştirmede ve konunun anlaşılmadığı durumlarda kullanıldığı bilgisine ulaşılmıştır. Alan yazın incelendiğinde bu araştırmadan elde edilen bulgularla benzer bulgulara sahip çalışmalara rastlanmıştır. Örneğin Şandır (2010) matematik öğretmen ve öğretmen adaylarının tasarladıkları ve uyguladıkları modellemelere ait süreçleri incelemiştir. Buna göre dersin dikkat çekme, güdüleme, derse geçiş, işleniş ya da pekiştirme gibi dersin farklı aşamalarında modelleme kullanabildiği ortaya konmuştur. Tekin-Dede ve Bukova-Güzel (2013) öğretmenlerin konunun başında ya da sonunda, dönem ödevi veya projeler kapsamında öğrencilerinin ilgilerini çekmek, farklı matematik konularını ya da disiplinler arası konuları bütünleştirmek gibi sebeplerle derslerde modelleme etkinliklerinin kullanabilecekleri yönünde görüşlerinin olduğunu tespit etmişlerdir. Akgün ve diğerleri (2013) ise öğretmenlerin matematiksel modellemeyi ağırlıklı olarak dersin daha iyi anlaşılması, kalıcı öğrenmenin sağlanması ve matematiksel kavramların görselleştirilmesi amacıyla kullandıklarını ortaya koymuşlardır. Bu noktada modellemenin kullanım amaçlarının modellemeye dayalı öğretime nasıl ve ne zaman yer verileceğine karar vermede doğrudan etkili olduğu söylenebilir.

İlköğretim matematik öğretmenleriyle yapılan görüşmeler incelendiğinde ölçme, sayılar, istatistik ve olasılık öğrenme alanlarında da kullanımı söz konusu olmakla birlikte öğretmenlerin cebir ve geometri alanlarında modelleme yapmanın daha uygun olduğu görüşüne sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Benzer şekilde öğretmen adaylarında bu görüşün ağırlıkta olduğu tespit edilmiştir. Alan yazın incelendiğinde Akgün ve diğerlerinin (2013) çalışmasında öğretmenlerin matematiksel modellemeyi daha çok geometri, kesirler ve sayılar konusunda kullanmayı uygun bulduklarını belirtmişlerdir. Pollak (2003) ise bu durumu matematiksel bir modelin belli öğrenme alanlarında(cebir, geometri ve istatistik) yerleşik olduğunu ifade ederek açıklamış ve bunun nedeni olarak formül ve algoritma içermeleri gösterilmiştir. Bunun bir diğer açıklaması da oluşturulan modellerin genellikle Sekerak' ın (2010) belirttiği cebirsel-analitik, grafik ve geometrik model türünde olmaları şeklinde yapılabilir.

Araştırmadan elde edilen bir diğer bulgu ise modellemeye dayalı öğretimin kullanımında öğretmen adaylarının modellemeye ilişkin görüşleri ile ilköğretim matematik öğretmenlerinin modellemeye ilişkin algılarının etkili olduğu düşüncesidir. Öğretmen adaylarının modellemeye ilişkin görüşleri öğrenci merkezli öğretim olması, süreç ağırlıklı olması, gerçek hayatın yorumlanmasına imkân vermesi, yenilikçi bir yaklaşım olması, matematik derslerinde uygulanması gereken bir yöntem olması, çağdaş eğitim yaklaşımlarından biri olması, üst sınıflar (7-8. sınıflar) için kullanımının uygun olması, soyut düşünme gerektirmesi, öğrencinin zihinsel olarak aktif olduğu bir süreç olması şeklindedir. Benzer şekilde Stohlmann (2013) matematiksel modellemenin matematiksel düşünme becerilerinin gelişimini hızlandıracağını vurgulayarak modellemeye dayalı öğretime ilkokul yıllarında başlanması gerektiğine dikkat çekmiştir. Bu noktada ilköğretim matematik öğretmenlerinin de modelleme için benzer ifadeler kullandıkları tespit edilmiştir. Matematikleştirmenin odakta olması, yenilikçi bir yaklaşım olması, yeni programa uygun olması, süreçte gerçek hayat problemlerinin kullanılması, matematik öğrenmede kullanılacak en iyi araçlardan biri olması, matematiksel modellerin oluşturulması ve problem çözmede kullanılması, gerçek hayat durumlarının matematik yardımıyla açıklanması, informal bilgiden formal matematiksel bilgiyi inşa etmede araç olması, düşünmeyi gerektiren bir süreç olması şeklinde modellemeye ilişkin ilköğretim matematik öğretmenlerinin algıları ortaya konmuştur.

İlköğretim matematik öğretmenlerinin modelleme algılarının modelleme sürecinde yaşananlardan yola çıkarak oluştuğu sonucuna ulaşılmıştır. Doruk (2010) bu durumu modelleme etkinliklerinde etkin olan problem çözme sürecinde, modellerin sürekli gözden geçirilmesi, yeniden düzenlenmesi ve bunun için sıkça üstbilişsel düşünme becerilerinin kullanılması ile açıklamaktadır. Modellemenin süreç olarak algılanmasının dışında çalışmada ayrıca dikkat çeken bir sonuç, modelleme yaklaşımının öğretmenler tarafından matematik eğitimindeki çağdaş yaklaşımlardan biri olarak algılanması ve yeni programa uygun olduğunun vurgulanmasıdır. Alan yazın incelendiğinde ise matematiksel modellemenin matematiksel modellerin kullanımı şeklinde algılandığı çalışmalar olduğu görülmüştür. Örneğin, modelleme bilgileri lisans programında almış oldukları teorik bilgiyle sınırlı olan öğretmenlerin matematiksel modelleme ile ilgili farkındalıklarını belirlemeyi amaçlayan Akgün ve diğerlerinin (2013) ilköğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme ile ilgili yeterli bilgiye sahip olmadıklarını bununla birlikte model, modelleme, matematiksel model ve matematiksel modelleme kavramlarını karıştırdıklarını tespit etmişlerdir. Özturan-Sağırlı’ nın (2010) çalışmasında matematiksel modelleme yöntemine ilişkin olarak gerçek hayat problemlerinin matematiksel terimlerle çözümünü bulmayı temsil ettiği görüşüne sadece bir öğretmenin kısmen sahip olduğu diğerlerinin ise matematiksel modellemeyi matematiksel modellerin kullanımı şeklinde düşündükleri ortaya çıkmıştır. Bu durumun aksine Bukova-Güzel ve Uğurel ’in (2010) çalışmasında öğretmenlerin modellemeyi matematik dışındaki problem durumlarının matematik dilinde ifade edilmesi ve matematiksel yaklaşımlarla çözümünün araştırılması şeklinde belirtikleri görülmüştür. Buradan yola çıkarak çalışmaya katılan ilköğretim matematik öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının modellemeye ilişkin doğru algı geliştirdikleri ve modelleme hakkında yeterli bilgi sahibi oldukları söylenebilir.

Modellemeye ilişkin görüşler ve algılardan yola çıkarak elde edilen bir diğer araştırma bulgusu ise modellemeye dayalı öğretimin programa entegrasyonu konusudur. Bu durumu destekleyen çok sayıda çalışmaya gerek yurt içinde gerekse yurt dışında rastlanmıştır. Nyman ve Berry (2002) matematiğin gerçekler, kurallar, işlemler, formüller yığını olarak görüldüğünü ancak matematiğe yönelik bu olumsuz tutumların değiştirilmesinde matematiksel modelleme dersinin iyi bir araç olduğunu belirtmiştir. Maaß (2005), eğitimin erken dönemlerinde matematiksel modelleme etkinliklerinin kullanımının gerekli olduğu ve bu yolla daha fazla öğrencinin uygun bir matematiksel inanç sistemi geliştirebileceğini belirtmiştir. Hizmet içi ve hizmet öncesi öğretmen eğitim programları içerisine modelleme uygulamalarının acilen dâhil edilmesi gerektiğine dikkat çekmiştir. Niss, Blum ve Galbraith (2007) 90’ lı yıllardan bu yana uluslar arası seviyede yapılan araştırmalarda; modelleme etkinliklerinin temel olarak programa dâhil edilmesi lehinde tartışmalar yapıldığını ve bu düşünceyi destekleyen hedefler sunma, modelleme içeren programların planlanması ve uygulanması, matematik eğitiminde modellemenin uygulanmasında karşılaşılan engellerin üstesinden gelme girişimlerine yer verildiğini ifade etmiştir.

Lim, Tso ve Lin (2009) çalışmasında çoğu öğrencinin geleneksel öğretime benzemeyen matematiksel modellemenin öğretimini benimsediğini ve bu nedenle matematiksel modelleme için özellikle bir dersin açılmasını değerli bulduğunu ifade edereken Greefrath (2009), modelleme görevlerinin hizmet-içi gelişim ve öğretmen eğitimini desteklemek için uygun olduğunu savunmuştur. Borromeo-Ferri ve Blum (2009a) üniversite düzeyinde lisans ve lisansüstü düzeyde modellemenin öğrenilmesi ve öğretilmesi üzerine zorunlu verilecek bir dersle hizmet-içi matematik öğretiminin tamamlanmasını önermiştir. Bu noktada öğretemenlerin okulda kullanabilecekleri materyallerin ve modelleme etkinliklerinin temin edilmesinin kolaylaşacağı öne sürülmüştür. Yurt içinde yapılan çalışmalarda (Aydoğan-Yenmez, 2012; Çiltaş ve Işık, 2013; Kertil, 2008; Özer-Keskin, 2008; Taşova ve Delice, 2011; Tekin-Dede ve Bukova-Güzel; 2011) da benzer vurgular yapıldığı tespit edilmiştir. Sole (2013) modelleme öğretimi eğitimcilerinin hizmet öncesi ve hizmet içinde modeller hakkında bilgi sahibi olmaları ve modellerle çalışmada yeterli deneyim kazanmaları gerektiğini ortaya koyar. Bunun yanı sıra öğretmen adaylarının pedagojik bir dizi tekniği bilmeleri gerekir. Hem hizmet öncesinde hem de hizmet içinde öğretmenlerin matematik öğretiminin talepleri ile istenilen şekilde başa çıkabilmeleri için bu yönde tutum geliştirmeleri beklenmektedir. Modelleme ile birleştirilen programların öğrencilerin uygulama anlayışlarını geliştireceği belirtilmiştir. Stohlmann (2013) öğretmen eğitim programlarının, öğrencilerin yenilik getirme, sentezleme, uyarlama ve iletişim becerilerini geliştirecek şekilde ilköğretim öğretmenlerini hazırlaması gerektiğine işaret etmiş ve modellemeye lisans düzeyinde yer verilmesi gerektiğinin altını çizmiştir.

Alan yazınla birlikte öğretmen adaylarının, öğrencilerin ve ilköğretim matematik öğretmenlerinin görüşleri doğrultusunda mdellemeye dayalı öğretimin gerek hizmet öncesi gerek hizmet içi olmak üzere lisans ve lisansüstü programlarına ve tabi ki ilkokul düzeyinden başlamak üzere matematik öğretim programları içerisine dâhil edilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

6.4.3 Modellemeye Dayalı Öğretimin Uygulanabilirliğini Etkileyen Faktörler

Öğretmen adaylarının, öğrencilerin ve ilköğretim matematik öğrencilerinin görüşleri incelendiğinde matematik eğitiminde modellemenin uygulanabilirliğini etkileyen faktörler olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Öğretmen adaylarının modellemenin uygulanabilirliğini etkilediğini düşündükleri durumlar sınıf mevcudu, sınıfın fiziki durumu, ders süresi, öğrenci seviyesi, her konu için uygulanmasının teorik bilgi gerektirmesi, zaman alıcı olması, iyi planlama yapılması, etkinliklerin dikkatli hazırlanması, farklı bir öğretim yöntemi olması ve mevcut sınav sistemi şeklindedir. Burada sınıf mevcudu, sınıfın fiziki durumunun grup çalışmalarının etkili şekilde yürütülmesi için ifade edildiği öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmelerden bilinmektedir. Nyman ve Berry (2002) grupla çalışma tekniğinin ugulanması için sınıf mevcudunun 20’ nin altında olmasına dikkat çekmiştir. Grup çalışmalarının modelleme etkinliklerinin tamamlanmasında güçlü etkisinin olduğu Ikeda ve Stephens (2001) tarafından da ifade edilmiştir. Carlson, Larsen ve Lesh (2003) ise modelleme etkinliklerinin tamamlanması için yeterli zamanın verilmesine işaret etmiştir. Öğretmen adayları modellemeye dayalı öğretimin farklı bir yöntem olduğunu ifade ederken öğrencilerin matematik derslerinde böyle uygulamalara alışık olmadıklarını kastetmişlerdir. Bunun yanı sıra etkinliklerin dikkatli hazırlanması gerektiği konusunda görüş bildiren öğretmen adayları modelleme etkinliklerini hazırlamanın zorluğuna dikkat çekmişlerdir. Benzer şekilde English (2009) uygun modelleme deneyimlerinin tasarlanmasının öğretmenler veya araştırmacılar için kolay bir iş olmadığına işaret etmiştir. Oluşturma, test etme, tekrar inşa etme ve bir problemi inceltmenin pek çok döngüsünün olabileceği, sadece problem içerisine yerleştirilecek matematiksel fikir değil disiplinlerin içeriklerinin, doğasının, öğrenci yaşının dikkate alınması gerektiği vurgulanmıştır. Meier (2009) de matematiksel modelleme için özgün görev bulma veya seçmenin bir beceri olduğunu ifade etmiştir. Öğrencinin seviyesine dikkat çeken araştırmalar da bulunmaktadır. Bukova-Güzel ve Uğurel (2010) akademik başarının matematiksel modelleme yaklaşımlarını etkilediğini ve modelleme becerisinin geliştirilmesinde gerekli olduğunu fakat yeterli olmadığını ortaya koymuşlardır.

Öğretmen adayları modellemenin uygulanabilirliğinin her konuda mümkün olabilmesi için teorik bilginin gerekli olduğunu ifade etmişlerdir. Nitekim Kaiser, Schwarz ve Tiedemann (2010) da modellemenin etkin bir şekilde kullanımının sağlanması için öğretmen adaylarının mesleki bilgilerinde yeterli düzeyde bilgi ve beceriye sahip olmaları gerektiğini vurgulamıştır. Öğretmen adayları her konu için modellemenin uygulanabilir olmayacağına da dikkat çekmişlerdir. Bu noktada Kim ve Kim (2010) de matematiksel modellemeyi uygulayan öğretmenlerin uygun konu bulmakta zorlandıklarını tespit etmiştir. Benzer şekilde De Lange' ın (1989) tespit ettiği engeller; birçok öğretmenin, pür matematiği modelleme ve uygulama aktivitelerine indirgemeye hazır olmadığı, uygulama ve modellemede yer alan problemlerin, öğrencilere pür matematikte karşılaştığı problemlerden daha yabancı geldiği ve modelleme becerilerinin değerlendirilmesinin geleneksel değerlendirme araçları ile zor olduğudur. Burada belirtilen üçüncü engele Borromeo-Ferri (2008) 7 aşamalı modelleme döngüsünün, hem öğretmenler (teşhis ve müdahaleleri için bir temel olarak) hem de araştırmacılar (modelleme görevleri ile birlikte öğrenme ortamlar içinde eylemler ve bilişsel süreçleri tanımlamak için bir araç olarak) için yararlı ve hatta vazgeçilmez olduğunu savunmuştur. Bu bağlamda, bu araştırmada da Borromeo-Ferri' nin belirttiği modelleme döngüsünün kullanılmasının modelleme becerilerinin değerlendirilmesinde doğru bir davranış olduğu ortaya konmaktadır. Biembengut (2006) ise birinci ve ikinci engel için açıklama yapmıştır. Biembengut ilköğretim düzeyinde matematiksel bağlamların anlaşılacağı ve matematiksel dilin kullanılacağı etkinliklerin planlanmasının zor olmadığını tespit etmiştir. Bu araştırma da Biembegut'un tespitinin doğrulandığı ve öğretmen adaylarının öğrencilerin seviyesine uygun olacak şekilde etkinliklerini hazırlayabildikleri görülmüştür.

Sole (2013) ilkokul öğretmenleri için üç temel engel olduğunu tespit etmiştir. Bunlar materyal eksikliği, zaman baskısı ve değerlendirmedir. Bu araştırmada da materyal ve zaman öğretmen adayları tarafından belirtilen ifadelerdir. Öğretmenlerin % 50si için zaman bir engeldir. Diğer % 28' i için farksızken % 22' si için zaman motive eden bir değişkendir. Öğretmenlerin % 42' si için materyal bir engel teşkil eder. Yine % 17' si için motive edici bir durumdur. Öğretmenlerin değerlendirme hakkındaki görüşleri ise farklılaşmaktadır. Sole ders planlamanın öğretmenler için bir uyarıcı olduğunu tespit etmiştir. Nitekim bu araştırma için de modellemeye dayalı öğretimi planlama oldukça önem taşımaktadır. Bu bağlamda öğretmen adayları öğretimi kendileri planladıkları için araştırmada uygulanabilirliğin gözlendiği söylenebilir.

Öğretmen adayları geometri ve cebir alanlarının modellemenin uygulanabilirliği için elverişli olduğunu bildirmişlerdir. Nitekim bu durumun benzeri Taşova' nın (2011) çalışmasında dolaylı olarak ortaya çıkmıştır. Taşova (2011) modelleme etkinliklerinde geometrik düşüme yapısına sahip öğretmen adaylarının daha başarılı olduğunu, analitik düşünme yapısına sahip öğretmen adaylarının ise çözüm sürecinde bir fonksiyon, denklem veya bir cebirsel ilişki kurmaları beklenen etkinliklerde daha başarılı olduğunu tespit etmiştir. Burada öğretmen adaylarının başarılı oldukları alanlarda modelleme uygulaması yapmayı tercih ettikleri açık bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Nitekim bu araştırmada da öğretmen adayları etkinliklerini hazırlarken hâkim oldukları alanlara yoğunlaştıklarını belirtmişlerdir. Borromeo-Ferri (2008) de öğretmenlerin düşünme stillerinin öğrencilerin modelleme çalışmalarını doğrudan etkilediğine dikkat çekmiş ve bu konuda öğretmenlerin bilgilendirilmesini vurgulamıştır.

İlköğretim matematik öğretmenlerinin görüşleri incelendiği öğretmen adaylarının belirttiği durumlarla benzerlikler olduğu tespit edilmiştir. Bunlar; zaman, öğrencinin hazır bulunuşluğu, öğretmenin donanımı, okulun imkânları/alt yapı ve mevcut sınav sisteminin ezberciliği getirmesidir. Tekin-Dede ve Bukova-Güzel (2013) de çalışmasında da benzer şekilde öğretmenler konunun uygunluğu ve zamana bağlı olarak kullanım sıklığına karar vereceklerini ifade etmişlerdir. Şandır (2010) ise öğretmen adayları ve öğretmenlerin o kavram ile ilgili geçmişte edindiği tecrübelerinin modellemeyi uygulama amacını etkilediğini belirtmişlerdir. Yu ve Chang (2009), modelleme etkinliklerinin öğretim programı ile arasındaki zayıf bağını, sınav sistemini, modellemenin zaman alıcı olmasını, model oluşturma etkinlikleri hakkında yeterince bilgi sahibi olmamayı, grup tartışmalarının sınıfta karmaşaya neden olduğunu, öğrencilerin konsantrasyon sağlayamamaları, etkinliklerin üstesinden gelmenin zor olduğu ve bu yönüyle ilgi çekici olmadığı şeklinde uygulanabilirliği etkileyen faktörleri sıralamışlardır. Aydın (2008) Londra' daki öğretmenlerle yapmış olduğu çalışmasında öğretmenlerin eğitim ve öğretim üzerindeki birtakım engellerden dolayı matematik derslerinde gerçek hayatla yeterince bağlantılı ders anlatamadıklarını ortaya koymuştur. Öğretmenlerin matematiksel modellemenin kullanılmasının çok zaman aldığı ve öğrencilerin kavramları anlamalarını zorlaştırdığı şeklinde belirttikleri engeller Blum ve Niss ’in (1991) yaptığı çalışmada da yer almaktadır.

İlköğretim matematik öğretmenleri öğrencilerin hazır bulunuşluğuna dikkat çekmişlerdir. Crouch ve Haines (2004) öğrencilerin gerçek dünya ve matematik dünyası arasında bağlantı kurmalarında daha güçlü deneyimlere ihtiyaç olduğuna vurgu yapmıştır. Benzer şekilde Lingefjärd (2006) matematiksel modellemeyi geleneksel yollarla öğretmenin zor olduğu, matematiksel modelleme derslerinde öğretim için sadece modelleme döngüsünün önemi, model geliştirme ve tahminleri sınırlamayı öğrenmek ve tartışmak için değil, matematiğin günlük yaşamımızdaki varlığıyla ilgili öğrenme ve tartışmalar için de fırsatlar sunması gerektiğini belirtmiştir. Buradan hareketle modelleme etkinliklerinin tamamlanmasında öğrencilerin gerçek dünyaya ilişkin bilgilerinin ya da informal bilgilerinin de etkili olduğu anlaşılmaktadır. Galbraith ve Stilmann (2001), English ve Watters (2004) ve Eric (2010) bu konuya dikkat çeken diğer araştırmacılardır. Öğrencilerin gerçek dünyaya ilişkin bilgilerinin modelleme yeteneklerini etkilediğini belirtmişlerdir. Doerr (2006) ise öğretmenlerin, öğrencilerinin sahip olduğu bilgi birikimi hakkında fikir sahibi olmalarının önemli olduğunu saptamıştır. Bu araştırma da öğretmen adaylarının öğrenciler hakkında uygulama öncesinden bilgi sahibi oldukları öğretimi planlama sürecinden bilinmektedir.

İlköğretim matematik öğretmenleri modellemenin uygulanabilirliği konusunda öğretmen adaylarından farklı olarak öğretmenin iş yükünün fazla olmasına, matematik programının yoğunluğuna ve programın modellemeye uygun olmamasına dikkat çekmişlerdir. Ancak English (2009) modelleme deneyimlerinin yoğun olan program içerisinde öğretmenlere ek yük getirmesi olarak anlaşılmaması gerektiğini ve mevcut uygulamalar içerisine entegre edilmesini önermiştir. Silviera (2007) öğretmenlerin her ne kadar modellemenin uygulanabilirliğine inansalar da sınıf içi günlük uygulamalarına bu durumu yansıtmadıklarını tespit etmiştir (akt. Araujo, 2010). Aydın (2008) ise öğretmenlerin eğitim ve öğretim üzerindeki birtakım engellerden dolayı matematik derslerinde gerçek hayatla yeterince bağlantılı ders anlatamadıklarını ortaya koymuştur. Bu bulgusunu da öğrenci görüşleri ile doğrulamıştır. Sole (2013) uygun mesleki gelişim etkinlikleri ile bu engellerin azaltılabileceğini önermiştir. Bu bağlamda araştırmada öğretimin planlaması sürecinin etkili bir şekilde gerçekleştirilmesi ile uygulanabilirliğin sağlandığı gözlenmiştir.

Öğrencilerin modellemenin uygulanabilirliği konusunda olumlu görüş bildirdikleri modellemenin kullanımında açıklandığı için burada tekrarlanmamıştır. Öğrencilerin modellemenin uygulanabilirliği konusunda görüşleri her sınıf düzeyinde kullanımı, her hafta kullanımı, ara sıra ya da her matematik dersinde kullanımı yönünde belirttikleri ifadelerle ortaya konmuştur. Sınav sistemine dikkat çeken öğrenci olduğu modellemenin ara sıra kullanılması yönünde görüş bildirenler de sürekli uygulandığı takdirde bu kadar etkili olmayacağını ve matematik derslerinde sıkıldıkları anlarda, anlamadıkları konularda ya da matematik öğrenmelerini pekiştirmede modellemeyle dersin işlenmesini tercih ettiklerini ifade etmişlerdir. Doruk (2010) matematiksel modelleme etkinliklerinin okulda öğrenilen matematiği günlük yaşama transfer etmeye etkisinin sınıf düzeyine bağlı olmadığı sonucuna varmıştır. Bu araştırmada da sınıf düzeyi bakımından modelleme becerilerinin değerlendirilmesi yapılmamıştır. Ancak her sınıf düzeyinden öğrenci modellemenin 6.sınıftan beri uygulanması yönünde görüş bildirmiştir. Bunun yanı sıra öğrenciler modellemeye dayalı öğretimin matematiği sevmeyen, başaramayacağını düşünen öğrencilerin dahi matematik dersine ilgiyle katılmalarına neden olduğunu ve dolayısıyla matematiğe yönelik olumlu tutum geliştirilebileceklerine değinmişlerdir. Bu noktada modellemenin uygulanabilirliğini etkileyen faktörlerden birinin de tutumlar olduğu ortaya çıkmıştır. Maaß (2005) matematiksel inançların (öğrencilerin olduğu kadar öğretmenlerin de) okuldaki günlük matematik eğitiminde modellemenin uygulanmasını büyük ölçüde etkilediğini belirtmiştir. Bir başka deyişle öğrencilerin modelleme uygulamalarındaki davranışları, matematiksel inanç sistemlerinden etkilenmektedir. Buna neden olarak matematiksel inançlarla yakından ilişkili olan modelleme ve matematiğe ilişkin tutumların, modelleme yeteneklerinin ve matematiksel yeteneklerin birlikte modelleme davranışını tanımlaması verilmiştir. Niss (2001) öğrencilerin modelleme görevleri ve uygulamalar üzerindeki yeteneklerinin öğretim yaklaşımından, matematiksel modelleme görevinin gömülü olduğu bağlam ve durumdan, öğretmen ve öğrenci motivasyonundan, modelleme çalışmalarına dahil olma ve bu çalışmalara yönelik tutumlardan, öğrencilerin modelleme görevleri üzerindeki üstün çabalarının ve deneyimlerinin miktarından etkilendiğini belirtmiştir. Buradan hareketle modellemenin uygulanabilirliğini etkileyen faktörlerin dolaylı olarak da olsa öğrencilerin görüşlerinde yer aldığı ve modellemenin uygulanabilirliğini etkileyen faktörlerin genellikle benzerlik gösterdiği alan yazında yer alan çalışmalardan da anlaşılmaktadır.

7. ÖNERİLER

Bu doğrultuda öneriler aşağıda sunulmuştur.

1. Yapılan bu araştırmada ortaya konulan sonuçlar öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin belirledikleri kazanımlar doğrultusunda hazırladıkları günlük ders planları ile ilgilidir. Farklı kazanımlar için çalışmalar yapılabilir.

2. Sonuçlar öğretmen adaylarının modelleme etkinliklerini hazırlarken hakim oldukları öğrenme alanları ve geçmiş yaşantılarında karşılaştıkları öğretim durumları ile ilgili daha kolay ve çeşitli modelleme etkinlikleri oluşturduklarını göstermiştir. Bu bağlamda öğretmen yetiştiren kurumlarda öğretmen adaylarının matematik dersleri programındaki öğretim durumları ile ilgili yaşantılarının artırılması ve bu yönde dersler açılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

3. Öğretmen adayları lisans eğitimleri süresince alan eğitimi derslerinde modelleme kullanımı ile ilgili bilgiler edinmektedirler. Bu çalışmada yapılan görüşmeler yoluyla alınan bu derslerin katılımcılar üzerinde olumlu yönde etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Bu doğrultuda öğretmen yetiştiren eğitim fakültelerinin lisans programlarına beş alt başlıkta toplanacak teorik ve uygulama aşamalarının dengelendiği bir dersin eklenmesi ve zorunlu ders olarak okutulması öneri olarak sunulabilir.

Nitekim birinci kısımda modelleme hakkında teorik geçmiş (3ders boyunca), ikinci kısımda modelleme problemleri çözme ve oluşturma (3 ders), üçüncü kısımda; çocukların modelleme çalışmalarına ilişkin trankskripsiyonlarını inceleme, modelleme becerileri neler, modelleme sırasında öğretmenlerin mühale türleri, okul içinde modellemeyi öğretme yöntemleri (4 ders) bulunabilir. Dördüncü kısımda gruplar kendi modelleme görevlerini ve bunların çözümlerini sunabilir (4 ders), beşinci ve son kısımda ise bir dönem boyunca yapılan çalışmanın bütün olarak değerlendirmesi yapılabilir. Bu çalışmalar esnasında modelleme becerileri hakkında bilgi sahibi olunduktan sonra öğretmen adayları alan yazında bulunan çeşitli ölçme araçlarıyla değerlendirilebilirler. Böylece öğretmen adaylarının modelleme görevlerini çözmeleri, oluşturmaları bunun yanı sıra modellemenin hangi yöntemlerle öğretilebileceğini öğrenmeleri de sağlanabilir.

4. Ayrıca bu derste tasarlanacak ders planlarının uygulama okullarında uygulanmasının öğretmen adaylarının modelleme ile ilgili bilgilerine katkı sağlayacağı söylenebilir.

5. Sonuçlar öğrencilerin matematik öğrenmede farklı öğretim yöntemlerine ihtiyaç duyduğunu göstermektedir. Bu bağlamda modellemeye dayalı öğretimin ilkokuldan itibaren matematik programlarına dâhil edilmesi önerilebilir. Öğrencilerin gerçek hayat problem durumlarında matematiği daha etkili kullanabilmeleri için modelleme becerilerini geliştirmeye yönelik matematiksel modelleme etkinliklerine programlarda daha fazla yer verilmelidir.

6. Matematik dilinin günlük yaşamda kullanılması becerisini geliştirmek amacıyla için sınıf içinde düzenlenecek modelleme etkinliklerinin grup çalışması şeklinde yürütülmesine ve öğrencilerin modellerini arkadaşlarına sunmaları için fırsatlar oluşturmaya özen gösterilmelidir.

7. Dünyalarında matematikle yaşamın birbirinden kopuk olduğu düşüncesinin yer bulamaması ve matematiği anlayarak öğrenmeleri, onu yaşamın bir parçası olarak görüp, matematiği zevk alarak yapmaları için, öğrenciler ilköğretimin ilk yıllarından itibaren matematiksel modelleme etkinlikleriyle tanıştırılmalıdırlar. Bu noktada öğretmenlerin mesleki gelişim anlamında yeterli olmalarını sağlayacak hizmetiçi ve hizmet öncesi eğitimi almaları sağlanmalıdır.

8. Öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının modellemenin uygulanabilirliği konusunda belirttiği faktörler dikkate alınarak MEB’ in bu ihtiyacı karşılayacak önlemler alması modellemeye matematik dersinde yer verilmesi konusunda katkılar sağlayacaktır.

9. Öğrencilerin uluslar arası düzeyde matematik başarılarını arttırma ve matematiği etkili ve kalıcı öğrenmeleri matematiksel modellemeye uygun şekilde düzenlenecek eğitim-öğretim durumlarıyla sağlanabilir ve bu yolla matematiğe yönelik kaygıları giderilebilir.

10. 5. sınıflar için seçmeli dersler olarak eklenen matematik uygulamaları dersinin zorunlu ders olarak ilkokul-ortaokul ve lise olmak üzere her sınıf düzeyindeki matematik programına dahil edilmesi ile öğrencilerin modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi sağlanabilir. Bu yolla öğretmenlerin modellemeyi uygulama ve değerlendirmede yetkin olmaları sağlanabilir.

11. Matematiksel modelleme anlamlı bir bilişsel yöntemdir. Modelleme öğrencilerde tümevarımsal ve tümdengelimsel düşünme becerilerini geliştirmede kullanılabilir. Bunun yanı sıra problem çözme, hipotez oluşturma ve ispatlama, özellikler arasındaki bağlantıları ve neden olan ilişkileri açığa çıkarma becerilerini geliştirmede kullanılabilir.

8. KAYNAKLAR

Akgün, L., Çiltaş, A., Deniz, D., Çiftçi, Z., ve Işık, A. (2013). İlköğretim Matematik Öğretmenlerinin Matematiksel Modelleme İle İlgili Farkındalıkları. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,* 6(12), 1-34.

Altun, M. (2006). Matematik Öğretiminde Gelişmeler. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, XIX(2), 223-238.

Altun, M. (2007). *Eğitim Fakülteleri ve Matematik Öğretmenleri için Ortaöğretimde Matematik Öğretimi*. (1.baskı). Bursa: Aktüel Alfa Akademi Bas. Yay. Dağ. Ltd. Şti.

Antonius, S., Haines, C., Jensen, T. H., Niss, M. ve Burkhardt, H. (2007). Classroom Activities and The Teacher. In Werner Blum, Peter L. Galbraith, Hans-Wolfgang Henn, Mogens Niss, (Eds.) Modelling and Applications in Mathematics Education. The 14th ICMI Study, Springer, Volume10, 295-308.

Araujo, J. L. (2010). Brazilian Research on Modelling in Mathematics Education. *ZDM Mathematics Education*, 42, 337-348.

Araujo, J. L. ve Salvador. J.A. (2001). Mathematical Modelling In Calculus Courses. In J.F. Matos et al. (Ed.), Modelling and Mathematics Education: ICTMA9-Applications in Science and Technology. Chichester: Horwood Publishing, 195-204.

Aslanoğlu, E. A. (2008). Dereceli Puanlama Anahtarı (Rubric) Nedir? *İlköğretmen Eğitimci Dergisi*, 24, 6-9.

Asturias, H. (1994). Using Students' Portfolios To Assess Mathematical Understanding. *The Mathematics Teacher,* 87(9), 698–701.

Aydın, H. (2008). İngiltere'de Öğrenim Gören Öğrencilerin Ve Öğretmenlerin Matematiksel Modelleme Kullanımına Yönelik Fenomenografik Bir Çalışma. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, *Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.

Aydoğan-Yenmez, A. (2012). An investigation of in-service secondary mathematics teachers evolving knowledge through professional development activities based on modeling perspective. Ph. D. Thesis. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara.

Bailey, K. D. (1982). *Methods of Social Research* (2. baskı). New York: The Free Press.

Baker, D. R. ve Piburn, M. D. (1997). *Constructing Science in Middle and Secondary School Classrooms*. Copyright by Allyn and Bacon, USA.

Baki, A. (1994). Breaking with Tradition: A Study of Turkish Student Teachers' Experiences Within A Logo-Based Mathematical Environment, Yayınlanmamış Doktora Tezi, University of London, London.

Baki, A. (2008). *Kuramdan Uygulamaya Matematik Öğretimi*. (Genişletilmiş 4. basım). Ankara: Harf Eğitim Yayıncılığı.

Barbosa, J. C. (2003). What Is Mathematical Modelling? S.J. Lamon et al. (Eds.), Mathematical Modelling: A Way Of Life. Chichester: Ellis Horwood, 227-234.

Barbosa, J. C. (2007). Teacher-Student Interactions in Mathematical Modelling. In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, S. Khan (Eds.), Mathematical Modelling (ICTMA 12): Education, Engineering and Economics, 232-240.

Bernardo, A. B. **(**1999). Overcoming Obstacles in Understanding and Solving Word Problems in Mathematics. *Educational Psychlogy*, 19(2), p 149-163.

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

Berry, J. ve Nyman, M. A. (1998). Introducing Mathematical Modeling Skills to Students and The Use of Posters in Assesment. *Primus*. 8(2), 103-115.

Berry, J. ve Nyman, M. A. (2002). Small Group assesment methods in Mathematics. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology,* 35(5), 641-649.

Biembengut, S. M. (2006). Modelling and Applications in Primary Education. In W. Blum, P. Galbraith, H.-W. Henn, M. Niss (Eds.). Modelling and Applications in Mathematics Education. The 14. ICMI Study (451-456). New York: Springer.

Biggs, J. (1996). Enhancing Teaching through Constructive Alignment. *Higher Education*, 32, 347-364.

Bilgin, İ., Tatar, E. ve Ay, Y. (2012). Sınıf Öğretmeni Adaylarının Teknolojiye Karşı Tutumlarının Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB)' ne Katkısının İncelenmesi, X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 27-30 Haziran, Niğde.

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

Blum, W. (2011). Can Modelling Be Taught And Learnt? Some Answers From Empirical Research. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo-Ferri and G. Stillman (Eds.), Trends in The Teaching and Learning of Mathematical Modelling-Proceedings of ICTMA14 (15-30). New York: Springer.

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

Blum, W. ve Kaiser. G. (1997). *Vergleichende Empirische Untersuchungen Zu Mathematischen Anwendungsfahigkeiten Von Englischen Und Deutschen Lernenden.* Unpublished application for a DFG-sponsorship.

Blum, W. ve Leiß, D. (2005). Filling up-the Problem of Independence-Preserving Teacher Interventions in Lessons with demanding Modelling Tasks. Proceedings of CERME 4, Sant Feliu de Guíxols, Spain.

Blum, W. ve Leiß, D. (2007). How Do Students And Teachers Deal With Modelling Problems? In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, S. Khan (Eds.), Mathematical Modelling (ICTMA 12): Education, Engineering and Economics. 222-231. Chichester: Horwood.

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

Blum, W. ve Niss, M. (1991). Applied Mathematical Problem Solving, Modelling, Applications, and Links To Other Subjects – State, Trends, And Issues in Mathematics Instruction. *Educational Studies in Mathematics*, 22(1), 37-68.

Blum, W., Galbraith, P. L., Henn, H. W. ve Niss, M. (2007). *Modelling and Applications in Mathematics Education*. The 14th ICMI Study, Volume 10, Springer Science Business Media, LLC.

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

Bogdan, R. C. ve Biklen, S. K. (1992). Qualitative Research for Education: An Introduction to Theory and Methods. Boston: Allyn and Bacon.

Bonotto, C. (2010). Engaging Students in Mathematical Modelling and Problem Posing Activities. *Journal of Mathematical Modeling and Applications*, 1(10), 18-32.

Borromeo-Ferri, R. (2007). Individual Modelling Routes of Pupils-Analysis Of Modelling Problems in Mathematical Lessons From A Cognitive Perspective. In Heines, C. Et al. (Eds), Mathematical Modelling (ICTMA 12): Education, Engineering And Economics (260-270).Chichester: Horwood publishing.

Borromeo-Ferri, R. (2008). Insight into Teacher's Unconcious Behaviour while Dealing with Mathematical Modelling Problems and Implications for Teacher Education.[online]:

http://www.unige.ch/math/EnsMath/Rome2008/WG2/Papers/BORR.pdf(10.05.2014)

Borromeo-Ferri, R. (2010). On the Influence of Mathematical Thinking Styles on Learners’ Modelling Behaviour. *Journal für Mathematik Didaktik,* 31(1), 99–118.

Borromeo-Ferri, R. (2013). Mathematical Modelling in European Education. *Journal of Mathematics Education at Teachers College*, 4, 18-24. Borromeo-Ferri, R. (2006). Theoretical and Empirical Differentiations of Phases in the Modelling Process. *Zentralblatt Für Didaktik Der Mathematik*, 38(2), 86-95.

Borromeo-Ferri, R. ve Blum, W. (2009a). Mathematical Modelling in Teacher Education-Experiences From A Modelling Seminar. In Durand-Guerrier, V. Soury Lavergne, S. ve Arzarello, F. (Eds). European Society for Research in Mathematics Education-Proceedings of CERME 6, 2046-2055.

Borromeo-Ferri, R. ve Blum, W. (2009b). Mathematical Modelling in Teacher Education-Experiences from a Modelling Seminar. *Proceedings of CERME 6,* Lyon, France.

Borromeo-Ferri, R. ve Blum, W. (2013). Barriers And Motivations of Primary Teachers For Implementing Modelling In Mathematics Lessons. [online]: http://baumail.balikesir.edu.tr/service/home/~/cerme8-Borromeo_Ferri_Blum%2C%20%2B.pdf?auth=co&loc=tr&id=10883&part=2 (10.05.2014)

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.

Burkhardt, H. ve Pollak, H. O. (2006). Modelling in Mathematics Classrooms: Reflections on Past Developments and The Future. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38(2), 178–195

Businskas, A. (2005). Making Mathematical Connections in the Teaching of School Mathematics. The annual meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education.

Büyüköztürk, Ş. (2006). *Sosyal Bilimler için Veri Analizi El Kitabı İstatistik, Araştırma Deseni, SPSS Uygulamaları ve Yorum*. (6. baskı). Ankara: PegemA Yayıncılık.

Carlson, M., Larsen, S. ve Lesh, R. (2003). Integrating a Models and Modeling Perspective with Existing Research and Practice. In R. Lesh ve H. M. Doerr (Eds.). Beyond Constructivism: Models and Modeling Perspective on Mathematics Problem Solving, Learning ve Teaching (465- 478). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Carmona, G. (2004). Designing an Assesment Tool to Describe Students' Mathematical Knowledge. Ph. D. Thesis. West Lafayette, IN: Purdue University.

Caron, F. ve Belair, J. (2007). Exploring University Students' Competencies In Modelling. In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, S. Khan(Eds.), Mathematical Modelling (ICTMA 12): Education, Engineering and Economics. 120-129.

Charles R. ve Lester F. (1982). *Teaching Problem Solving; What, Why ve How.* Palo Alto, CA: Dale Seymour Pablications.

Cobb, P., Wood T., Yackel, E ve McNeal, E. (1993) Mathematics as Procedural İnstructions And Mathematics As Meaningful Activity: The Reality of Teaching for Understanding. In R.B. Davis & C.A. Maher (eds.) Schools, Mathematics and The World of Reality. (pp.119-133). SMA: Allyn and Bacon.

Cohen, L., Manion, L. ve Morrison, K. (2000). *Research Methods in Education* (5.baskı). London: Routledge.

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

Crawford, A., Saul, W., Mathews R. S. ve Makinster, J. (2005). *Teaching and Learning Strategies for the Thinking Classroom*. The International Debate Education Association, Open Society Institue.

Creswell, J. W. (2013). *Research Design.* (Çeviri Ed. Demir, S. B.). Araştırma Deseni: Nitel, Nicel Karma Yöntem Yaklaşımları. 4. Baskıdan Çeviri. Ankara: Eğiten Kitap.

Crouch, R. M. ve 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.

Czocher, J. (2013). Toward A Description of How Engineering Students Think Mathematically. Ph. D. Thesis. The Ohio State University, Graduate Program in the School of Teaching ve Learning.

Czocher, J. (2014). A Typology of Validating Activity In Mathematical Modeling.[online]:http://timsdataserver.goodwin.drexel.edu/RUME-2014/rume17_submission_107.pdf (10.05.2014)

Çakmak, M. (2004). Ilkögretimde Matematik Öğretimi ve Öğretmenin Rolü. [Online]:http://www.matder.org.tr/index.php?option=com_content&view=article&catid=8:matematik-kosesi-makaleleri&id=71:ilkogretimde-matematik-ogretimi-ve-ogretmenin-rolu&Itemid=38 (10.05.2014)

Çiltaş, A. (2011). Dizi ve Seriler Konusunun Matematiksel Modelleme Yoluyla Öğretiminin İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Öğrenme ve Modelleme Becerileri Üzerine Etkisi. Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi, *Eğitim Bilimleri Enstitüsü,* Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı, Erzurum.

Çiltaş, A. ve Işık, A. (2013). The Effect of Instruction through Mathematical Modelling on Modelling Skills of Prospective Elementary Mathematics Teachers. *Educational Sciences: Theory ve Practice,* 13(2), 1187-1192.

D'Ambrosio, U. (2009). Mathematical Modeling: Cognitive, Pedagogical, Historical and Political Dimensions. *Journal of Mathematical Modeling and Applications,* 1(1), 89-98.

Dapueto, C. ve Parenti, L. (1999). Contributions and Obstacles of Contexts in the Development of Mathematical Knowledge. *Educational Studies in Mathematics,* 39, 1-21.

De Lange, J. (1987). *Mathematics, Insight and Meaning: Teaching, Learning and Testing of Mathematics for the Life and Social Sciences*. Utrecht: OW&OC.

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

De Lange, J. (1993). Innovation in Mathematics Education Using Applications: Progress and Problems. In J. D. Lange, I. Huntley, C. Keitel & M. Niss (Eds.), Innovation in Maths Education by Modelling and Applications (pp. 3-17). Chichester: Ellis Horwood.

Doerr, H. M. (2006). Teachers' Ways of Listening and Responding to Students' Emerging Mathematical Models. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik,* 38(3), 255-268.

Doerr, H. M. ve English, L. D. (2001). A Modelling Perspective On Students' Learning Through Data Analysis. In M. Van Den Heuvel-Panduizen (Ed.), Proceedings of The 25th Annual Conference Of The International Group for The Psychology of Mathematics Education (pp. 361-368). Utrecht: Utrecht Unıversıty.

Doerr, H. M. ve English, L. D. (2003). A Modeling Perspective on Students' Mathematical Reasoning about Data. *Journal for Research in Mathematics Education,* 34(2), 110–136.

Doerr, H. M. ve English, L. D. (2006). Middle-Grade Teachers' Learning Through Students' Engagement with Modelling Tasks. *Journal for Research in Mathematics Teacher Education*, 9(1), 5–32.

Doerr, H. M., Arleback, J. B., ve O'Neil, A. H. (2013). *Interpreting and communicating about phenomena with negative rates of change*. The 120th annual conference and exposition of the American Society for Engineering Education, Atlanta, 255-268.

Dominguez, A. (2010). Single Solution, Multiple Perspectives. In R., Lesh, P.L. Galbraith, C.R. Haines ve A. Hurford (Eds.), *Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies* (223–233), New York: Springer.

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

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

English, L. D. (2003). Reconciling Theory, Research and Practice: A Models and Modeling Perspective. *Educational Studies in Mathematics*, 54(2/3), 225-248.

English, L. D. (2006). Mathematical Modeling In The Primary School: Chıldren's Construction of A Consumer Guide. *Educational Studies in Mathematics*, 62(3), 303-323.

English, L. D. (2008). Interdisciplinary Problem Solving: A Focus On Engineering Experiences. In Goos, M., Brown, R., ve Makar, K., (Eds.).Navigating Currents and Charting Directions (187–194). University of Queensland: Mathematics Education Research Group of Australasia.

English, L. D. (2009). Promoting Interdisciplinarity through Mathematical Modeling. *ZDM: The International Journal on Mathematics Education,* 41, 161–181.

English, L. D. ve Sriraman, B. (2010). Problem Solving for The 21st Century. In Theories of Mathematics Education: Seeking New Frontiers (263–290). New York: Springer.

English, L. D. ve Watters, J. J. (2004). Mathematical Modelling with Young Children. Proceeding of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Bergen, Norway, *2,* 335-342.

English, L. D., ve Watters, J. J. (2005). Mathematical Modeling in The Early School Years. *Mathematics Education Research Journal,* 16(3), 58–79.

English, L. D., Fox, J. L. ve Watters, J. J. (2005). Problem Posing and Solving With Mathematical Modeling. *Teaching Children Mathematics*, 12(3), 156-163.

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

Eric, C. C. M. (2010). Tracing Primary 6 Students' Model Development Within The Mathematical Modelling Process. *Journal of Mathematical Modelling and Applications*, 1(3), 40-57.

Ertuğrul, G. (2009). Yeni İlköğretim Matematik Dersi 6. Sınıf Öğretim Programında Yer Alan Tam Sayılarla İlgili Etkinliklerin Öğrenci Başarısına Etkisi. Selçuk Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, İlköğretim Anabilim Dalı, Konya.

Erturan, D. (2007). 7. Sınıf Öğrencilerinin Sınıf İçindeki Matematik Başarıları İle Günlük Hayatta Matematiği Fark Edebilmeleri Arasındaki İlişki. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Fischbein, E. (2001). Tacit Models and Infinity. *Educational Studies in Mathematics*, 48, 309-329.

Fraivilig, J. (2001). Strategies for Advancing Children' s Mathematical Thinking. *Teaching Children Mathematics*, 7, 454-459.

Froelich, G. (2000). Modeling Soft Drink Packaging. *Mathematics Teacher*, 93(6), 478-484.

Galbraith, P. (1987). Modelling-Teaching Modelling. *Australian Mathematics Teacher,* 43(4), 6-9.

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

Galbraith, P. ve Stillman, G. (2001). Assumptions and Context: Persuing Their Role in Modelling Activity. In J. F. Matos, W. Blum, S. K. Houston, ve S. P. Carreira (Eds.), Modelling and Mathematics Education (ICTMA 9): Applications in Science And Technology (300–310). Chichester: Horwood Publishing.

Galbraith, P., Izard, J. ve Christopher, H. (2003). How Do Students' Attitudes To Mathematics Influence The Modelling Activity? In Mathematical Modelling, Teaching and Assesment in A Technology Rich World, P. Galbraith, W. Blum, G. Booker and I. D. Huntley, (Eds.), HORWOOD Publishing, Chichester.

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

Gall, M. D., Borg, W. R., ve Gall, J. P. (1996). *Educational Research: An Introduction* (6th ed.). NewYark: Longman.

Glaser-Zikuda, M., Fuss, S., Laukenmann, M., Metz, K. ve Randler, C. (2005). Promoting Students' Emotions and Achievement-Instructional Design and Evaluationof the ECOLE Approach. *Learning and Instruction*, 15, 481-495.

Glesne, C. (2011). *Nitel Araştırmaya Giriş*. (Çev: A. Ersoy ve P. Yalçınoğlu), Anı Yayıncılık, 30, 31, 88-108.

Glesne, C. ve Peskin, A. (1992). Becoming Qualitative Researchers: An Introduction. White Plains, Ny: Longman.

Goldfinch, J. M. (1992). Assessing Mathematical Modelling: A Review Of Some Of The Different Methods. *Teaching Mathematics and Its Applications,* 11(4), 143-149.

Goodrich, H. (1997). Understanding Rubrics. *Educational Leadership*. 54, 14-17.

Gravemeijer, K. (1997). Commentary Solving Word Problems: A Case Of Modelling? *Learning and Instruction*, 7(4), 389-397.

Gravemeijer, K. (2007). Emergent Modelling as a Precusor to Mathematical Modelling In W. Blum, P. Galbraith, M. Nissve H. W. Henn(Eds.), Modelling and Applications in Mathematics Education. The 14th ICMI Study, Springer, Volume10, 137-144.

Gravemeijer, K. ve Stephan, M. (2002). Emergent Models As An İnstructional Design Heuristic. In K. Gravemeijer, R. Lehrer, B. Oers ve L. Verschaffel, (Ed.). Symbolizing, Modeling and Tool Use in Mathematics Education (145-169). Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Greefrath, G. (2009). Modelling Tasks for Learning, Teaching, Testing And Researching. Proceedings of the 10th International Conference "Models in Developing Mathematics Education" (11-17 Eylül 2009), Dresden, Saxony, Germany, 219-222. [online]: http://math.unipa.it/~grim/21_project/Greefrath219-222.pdf (10.05.2014).

Greer, B. (1997). Modelling Reality in Mathematics Classrooms: The Case of Word Problems. *Leraning and Instruction*, 7(4), 293-307.

Greer, B., Verschafel, L. ve Mukhopadhyay, S. (2007). Modeling for Life: Mathematics and Children's Experience. In W. Blum, P. Galbraith, M. Niss ve H. W. Henn(Eds), Modelling and Applications in Mathematics Education. The 14th ICMI Study, Springer, Volume10, 89-98.

Griffin, L., Dodds, P. ve Rovegno, I. (1996). Pedagogical Content Knowledge For Teachers: Integrative Everything You Know To Help Students Learn. *Journal of Physical Education, Recreation, and Dance*, 67(9), 58-61.

Haines, C., Crouch, R. ve Davis, J. (2001). Understanding Students' Modelling Skills. In J.P. Matos, W. Blum, K. Houston ve S.P. Carrıera (Eds.), Modelling and Mathematics Education (ICTMA 9): Applications in Science and Techonology. Chichester: Horwood Publishing, 366-380.

Hamilton, E. (2007). What Changes Are Needed in The Kind Of Problem Solving Situations Where Mathematical Thinking is Needed Beyond School? In R. Lesh, E. Hamilton ve J. Kaput (Eds.), Foundations for the future in mathematics education (1–6). Mahwah: Lawrence Erlbaum.

Hanze, M. ve Berger, R. (2007). Coopeartive Learning, Motivational Effects and Student Characteristics: An Experimental Study Comparing Cooperative Learning and Direct Instruction in 12th Grade Physics Classes. *Learning and Instruction,* 17, 29-41.

Harrison, G. A. ve Treagust, F. D. (2000). Typology of Science Models. *International Journal of Science Education*, 22, 1011-1026.

Hattie, J., Biggs, J. B. ve Purdie, N. (1996). Effects of Learning Skills Interventions on Student Learning: A Metaanalysis. *Review of Educational Research*, 66., 99-136.

Herget, W. ve Torres-Skoumal M. (2007). Picture (Im)Perfect Mathematics! In W. Blum, P. L. Galbraith, H-W. Henn, M. Niss, (Eds.) Modelling and Applications in Mathematics Education. The 14th ICMI Study, Springer, Volume10, 379-386.

Hestenes, D. (2010). Modelling Theory for Math and Science Education. In Lesh, R., P.L Galbraith, C.R Haines ve A. Hurford. (Eds.), Modelling Students' Mathematical Modelling Competencies (ICTMA 13). New York, Springer, 13-41.

Hickman, F.R. (1985). Didactic and Pragmatic Approaches to Mathematical Modelling. *Int. J. Math. Educ. Sci. & Tech.*

Hodgson, T. ve Harpster, D. (1997). Looking Back in Mathematical Modeling: Classroom Observations and Instructional Strategies. *School Science and Mathematics,* 97(5), 260-267.

Holstein, J. A, Gubrium, J. F. (1997). *Active Interviewing*. In D. Silverman (Ed.), Qualitative Research: Theory, Method And Practise (pp. 113-129). London: Sage Publications.

Houston, K. ve Neill, N. (2003). Assessing Modelling Skills. In S.J. Lamon, W. A. Parker ve S.K. Houston (Ed.), Mathematical Modelling: A Way Of Life ICTMA11. Chichester: Horwood Publishing, 155-164.

Hoyles, C. ve Noss, R. (2007). Learning Constructing and Sharing Models. In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, S. Khan (Eds.), Mathematical Modelling (ICTMA 12): Education, Engineering an Economics. 79-88.

Huber, M. (2009). Solving The Twelve Labors of Hercules. In Teaching Diferantial Equations with Modeling (pp. 118-133). Princeton, NJ: Princeton University Press

Ikeda, T. ve Stephens, M. (2001). The Effects of Students'Discussion in Mathematics Modelling. In J.P. Matos, W. Blum, K. Houston ve S. P. Carrıera (Eds.), Modelling and Mathematics Education (ICTMA 9): Applications in Science and Techonology. Chichester: Horwood Publishing, 381-390.

Ikeda, T., Stephens, M. ve Matsuzaki, A. (2007). A Teaching Experiment in Mathematical Modelling. In Haines, C., Galbraith, P., Blum, W. ve Khan, S. (Eds): Mathematical Modelling (ICTMA 12): Education, Engineering and Economics. Chichester: Horwood Publishing, 101-109.

İlğan, A. ve Kıranlı, S. (2007). Öğretmenlerin Sınıf içi Etkinliklerinin Denetlenmesinde Klinik Denetim Modeli. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 40(2), 151-177.

Izard, J., Haines C. R., Crouch, R. M., Houston, S. K. ve Neill, N. (2003). Assessing The Impact Of Teaching Mathematical Modelling: Some Implications. In S.J.Lamon, W. A. Parker ve S. K. Houston (Eds.) Mathematical Modelling (ICTMA11): A Way Of Life. Chichester: Horwood Publishing, 165-177.

Jacobini, O. R. ve Wodewotzki, M. L. (2006). Mathematical Modeling: A Path to Political Reflection in The Mathematics Class. *Teaching Mathematics and Its Applications*. 25(1). [online]: teamat.oxfordjournals.org/content/25/1/33.full.pdf (10.05.2014).

Johnson, D. W. ve Johnson, R. T. (1990). Using Cooperative Learning in Math, In Cooperative Learning in Mathematics: A Handbook for Teachers, Edited by Nail Davidson, (pp. 103-124), Addison-Wesley Publishing Company, U.S.A.

Johnson, D. W. ve Johnson, R. T. (1995). *Teaching Students To Be Peacemakers.* Edina: Interaction Book Company

Kaf, Y. (2007). Matematikte Model Kullanımının 6. Sınıf Öğrencilerinin Cebir Erişilerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Kagan, S. (1990). *Cooperative Learning Resources For Teachers*. San Juan Capistrano, CA.

Kaino, L. M. ve Salani, E. B. (2004). Students' Gender Attitudes towards The Use of Calculators in Mathematics Instruction. Proceedings of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, 3, pp. 113-120. (Melbourne, Astralia: PME).

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

Kaiser, G. (2007). Modelling and Modelling Competencies in School. In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, S. Khan (Eds.), Mathematical Modelling (ICTMA 12): Education, Engineering and Economics. 110-119.

Kaiser, G. ve Schwarz, B. (2006). Mathematical Modelling as Bridge Between School and University. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik,* 38(2), 196-208.

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

Kaiser, G., Blomhøj, M. ve Sriraman, B. (2006). Mathematical Modelling and Applications: Empirical and Theoretical Perspectives. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38(2).

Kaiser, G., Schwarz, B. ve Tiedemann, S. (2010). Future Teachers' Professional Knowledge on Modeling. In R. Lesh, , P. L. Galbraith, C. R. Haines ve A. Hurford (Eds.). Modeling Students Modelling Competencies: ICTMA13 (433-444). New York, Springer.

Kaiser, G., Sriraman, B., Blomhøj, M. ve Garcia, F. J. (2007). Report from the Working Group Modelling and Applications - Differentiating Perspectives and Delineating Commonalties. Proceedings of CERME 5, Larnaka, Cyprus.

Kandemir, M. A. (2011). Modelleme Etkinliklerinin Öğrencilerin Duyuşsal Özelliklerine Problem Çözme ve Teknolojiye İlişkin Düşüncelerine Etkisinin İncelenmesi. Doktora Tezi. Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı, Matematik Eğitimi Bilim Dalı, Balıkesir.

Kant, S. (2011). İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin Model Oluşturma Süreçleri ve Karşılaşılan Güçlükler. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, *Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, İlköğretim Matematik Eğitimi Anabilim Dalı. Samsun.

Kehle, P. E., ve Lester, F. K. (2003). A Semiotic Look at Modeling Behavior. In R. Lesh ve H. M. Doerr (Eds.), Beyond Constructivism: Models and Modelling Perspective (97–122). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Kertil, M. (2008). Matematik Öğretmen Adaylarının Problem Çözme Becerilerinin Modelleme Sürecinde İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi, *Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Eğitim Bilimleri Bölümü, Ortaöğretim Fen Ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı, 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.

Kim, S. H. (2005). Consideration of Mathematical Modeling as A Problem Based Learning Method. *Journal of Korea Society of Educational Studies in Mathematics: School Mathematic*, 73(3), 303-318.

Kim, S. H. ve Kim, S. (2010). The Effects Of Mathematical Modeling on Creative Production Ability and Self-Directed Learning Attitude. *Asia Pasific Educ. Rev.*, 11, 109-120.

Klein, R. ve Tirosh, D. (2000). Does A Research Based Teacher Development Program Affect Teachers' Lesson Plans? In T. Nakahara & M. Koyama (Eds.) Proceedings of the 24th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education. Hiroshima, Japan.

Klymchuk, S. ve Zverkova, T. (2001). Role of Mathematical Modelling and Applications in University Mathematics Service Courses: An Across Countries Study. In J. F. Matos, W. Blum, S. K. Houston ve S. P. Carreira (Eds.), Modelling and mathematics education—ICTMA 9: Applications in science and technology (227–234). Chichester: Horwood Publishing.

Koehler, M. J. ve Mishra, P. (2005a). Teachers Learning Technology by Design. *Journal of Computing in Teacher Education*, 21(3), 94–102.

Koehler, M. J. ve Mishra, P. (2005b). What Happens When Teachers Design Educational Technology? The Development Of Technological Pedagogical Content Knowledge. *Journal of Educational Computing Research,* 32(2), 131-152.

Koehler, M. J. ve Mishra, P. (2009). What is Technological Pedagogical Content Knowledge. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60-70.

Korkmaz, E. (2010). İlköğretim Matematik ve Sınıf Öğretmeni Adaylarının Matematiksel Modellemeye Yönelik Görüşleri ve Matematiksel Modelleme Yeterlikleri. Doktora Tezi. Balıkesir Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı, Matematik Eğitimi Bilim Dalı, Balıkesir.

Koylahisar-Dündar, T. (2012). İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinde Özdeşlikleri Modelleme Becerilerinin İncelenmesi: Origami ile Modellenmesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, *Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, İlköğretim Matematik Eğitimi Anabilim Dalı, Samsun.

Köhler, A. D. A. (2002). The Dangers of Mathematical Modeling. *The Mathematics Teacher,* 95(2), 140–14.

Kuntz, K. J., McLaughlin, T. F. ve Howard, V. F. (2001). A Comparison of Cooperative Learning and Small Group Individualized Instruction for Math in A Self Contained Classrooms for Elementary Student with Disabilities. *Education Research Quarterly*, 24(3): 41-56.

Kutlu, Ö., Doğan, C. D. ve Karakaya, İ. (2008). *Öğrenci Başarısının Belirlenmesi Performansa ve Portfolyoya Dayalı Durum Değerlendirme.* (1.baskı). Ankara: Pegem A Akademi.

Kyeleve, J. I. ve Williams, J. S. (1995). Gender, Courses and Curricula Effects on Students' Attitudes to Mathematical Modelling. [online]: http://www.bsrlm.org.uk/IPs/ip15-1/BSRLM-IP-15-1-5.pdf (10.04.2014)

LeCompte, M. D. ve Goetz, J. P. (1982). Problems of Reliability and Validity in Ethnograhic Research. *Review of Eductional Research*, 52, 31-60.

Lee, C. H. ve Kim, S. H. (2005). Development of The Self-Directed Mathematics Learning Test Based on Vygotsky. *Journal of Korea Society of Educational Studies in Mathematics: School Mathematics*, 7(3), 253-268.

Leiß, D. (2007). Hilf Mir Es Selbst Zu Tun. Franzbecker: Lehrerinterventionen Beim Mathematischen Modellieren. ["Help Me To Do It Myself". Teachers' Interventions in Mathematical Modelling Processes]. Hildesheim: Franzbecker.

Leiß, D. ve Wiegand, B. (2005). A Classification of Teacher Interventions in Mathematics Teaching. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 37(3), 240-245.

Lesh, R., ve Clarke, D. (1999). Formulating Operational Definitions of Desired Outcomes in İnstruction in Mathematics and Science Education. In A. E. Kelly ve R. Lesh (Eds.), Handbook Of Research Design İn Mathematics And Science Education (113–148). Mahwah, NJ: Lawrence Ealbaum Associates.

Lesh, R. ve Doerr, H. M. (Eds.). (2003a). *Beyond Constructivism: Models and Modeling Perspectives on Mathematic Problem Solving, Learning and Teaching*. Mahwah: Lawrence Erlbaum.

Lesh, R. ve Doerr, H. M. (2003b). Foundations of A Models And Modeling Perspective on Mathematics Teaching, Learning and Problem Solving. In R. Lesh ve H.M. Doerr (Eds.), Beyond Constructivism: Models and Modeling Perspective On Mathematics Problem Solving, Learning and Teaching (3-33). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Lesh, R. ve Doerr, H. M. (2003c). A Modelling Perspective on Teacher Development. In Lesh, R. ve Doerr, H. (Eds), Beyond Constructivism: Models and Modeling Perspectives on Mathematics Problem Solving, Learning and Teaching. Mahwah: Erlbaum, 125-140.

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

Lesh, R. ve Kelly, A. E. (2000). Multi-tiered Teaching Experiments. In R. Lesh & A. Kelly (Eds.), Handbook of Research Design in Mathematics and Science Education (pp. 197-230). Mahwah: Lawrence Erlbaum.

Lesh, R. ve Yoon, C. (2007). What Is Distinctive in (Our Views About) Models ve Modelling Perspectives on Mathematics Problem Solving, Learning, and Teaching? In W. Blum, P. Galbraith, H.-W. Henn, M. Niss (Eds.). Modelling and Applications in Mathematics Education: The 14. ICMI Study (161- 170). New York: Springer.

Lesh, R. ve Zawojewski, J. S. (2007). Problem Solving and Modeling. In F. Lester (Eds.), Second Handbook Of Research On Mathematics Teaching And Learning. Greenwich: Information Age Publishing.

Lesh, R., Amit, M., ve Schorr, R. Y. (1997). Using “Real-Life” Problems to Prompt Students to Construct Conceptual Models for Statistical Reasoning. In I. Gal & J. B. Garfield (Eds.), The assessment challenge in statistical education. Amsterdam: IOS Press.

Lesh, R., Carmona, G. ve Moore, T. J. (2009). Six Sigma Learning Gains and Long Term Retention of Understanding and Attitudes related to Models and Modelling. *Mediterranean Journal for Research in Mathematics Education: An International Journal (Special Issue-A Tribute to the Work of Gerald Goldin)*, 9(1), 19-54.

Lesh, R., Zawojewski, J. S. ve Carmona, G. (2003). What Mathematical Abilities Are Needed for Success Beyond School in A Technology-Based Age of Information? In R. Lesh & H. Doerr (Eds.), Beyond Constructivism: Models and Modeling Perspectives on Mathematic Problem Solving, Learning and Teaching (pp. 205-222). Mahwah: Lawrence Erlbaum.

Lesh, R., Middleton, J. A., Caylor, E. ve Gupta, S. (2008). A Science Need: Designing Tasks to Engage Students in Modeling Complex Data. *Educational Studies in Mathematics*, 68(2), 113-130.

Lesh, R., Doerr, H. M., Carmona, G. ve Hjalmarson, M. (2003). Beyond Constructivism. *Mathematical Thinking and Learning*, 5 (2), 211–233.

Lesh, R., Cramer, K., Doerr, H. M., Post, T. ve Zawojewski, J. S. (2003). Model Development Sequences. In R. Lesh ve H. M. Doerr (Eds.), Beyond Constructivism: Models And Modeling Perspectives On Mathematics Problem Solving, Learning and Teaching (35–58). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Lesh, R., Hoover, M., Hole, B., Kelly, A. ve Post, T. (2000). Principles for developing thought-revealing activities for students and teachers. In A. E. Kelly ve

R.Lesh (Eds.), Handbook of research design in mathematics and science education (591–645). Mahwah, NJ: Lawrence Ealbaum Associates.

Lester Jr, F. K. (1987). Why is Problem Solving Such A Problem? Proveedings of PME XI, Montreal, University of Montreal, Canada.

Lester, K. F. ve Kehle, P. E. (2003). From Problem Solving to Modelling: The Evolution of Thinking About Research On Complex Mathematical Activity. R. Lesh ve H. M. Doerr (Eds.), Beyond Constructivism: Models And Modeling Perspective On Mathematics Problem Solving, Learning and Teaching (501-517). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Liedmann, C. (2009). How To Teach Modeling in Mathematics Classrooms? The Implementation Of Modeling Tasks. Comparing Learning Arrrangements and Teacher Methods With Respect To Students' Activities. Proceedings of the 10th International Conference "Models in Developing Mathematics Education" (11-17 Eylül 2009), Dresden, Saxony, Germany, 368-371. [online]: http://math.unipa.it/~grim/21_project/Liedmann368-371.pdf (10.05.2014)

Lim, L. L., Tso, T. Y. ve Lin, F. L. (2009). Assesing Science Students' Attitudes to Mathematics: A Case Study on A Modelling Project With Mathematical Soft Ware. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 40(4), 441-453.

Lingefjärd, T. (2000). Mathematical Modeling By Prospective Teachers Using Technology. Ph. D. Thesis. University of Georgia. [online]: https://getd.libs.uga.edu/pdfs/lingefjard_henry_t_200005_phd.pdf (10.05.2014)

Lingefjärd, T. (2002). Mathematical Modeling For Preservice Teachers. A Problem From Anesthesiology. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 7, 117-143.

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

Lingefjärd, T. ve Holmquist, M. (2005). To Assess Students' Attitudes, Skills and Competencies in Mathematical Modeling. *Teaching Mathematics and its Applications,* 24(2-3), 123-133.

Llinares, S. ve Roig, A. I. (2005). Secondary School Students' Construction and Use of Mathematical Models in Solving Word Problems. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6, 502-532.

Ludwig, M. ve Xu, B. (2008). A Comparative Study On Mathematical Modelling Competences With German And Chinese Students. Proceedings from Topic Study Group 21 at the 11th International Congress on Mathematical ducation in Monterrey, Mexico. In Morten Blomhøj, Susana Carreira (Eds.), IMFUFA Tekst nr 461- June 2009, 197-206.

Maaß, K. (2005). Barriers and Opportunities for the Integration of Modelling in Mathematic Classes- Results of an Empirical Study. *Teaching Mathematics and its Applications,* 2(3), 1-16.

Maaß, K. (2006). What Are Modelling Competencies? *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik,* 38(2), 113-142.

Maaß, K. (2007). Modelling In Class: What Do We Want The Students To Learn? In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, S. Khan (Eds.), Mathematical Modelling (ICTMA 12): Education, Engineering and Economics. 63-78.

Maaß, K. (2010). Classification Scheme For Modelling Tasks. *Journal für Mathematik-Didaktik,* 31, 285–311.

Maaß, K. ve Mischo, C. (2011). Implementing Modelling into Day-to-Day Teaching Practice- The Project STRATUM and its Framework. *J Math Didakt*, 32, 103-131.

Marcou, A. ve Lerman, S. (2007). Changes in Students' Motivational Beliefs And Performance in A Self–Regulated Mathematical Problem-Solving Environment. Proceedings of CERME 5. Cyprus.

Martin, A. S. ve Bassok, M. (2005). Effects of Semantic Cues on Mathematical Modeling: Evidence from Word-Problem Solving and Equation Construction Tasks. *Memory & Cognition*, 33(3), 471-478.

Marvasti, A. B. (2004). *Qualitative Research in Sociology*. London: Sage Publications Ltd.

Maull, W. ve Berry, J. (2001). An Investigation of Student Working Styles in A Mathematical Modelling Activity. *Teaching Mathematics and Its Applications*, 20(2), 78-88.

Mayring, P. (2000). *Nitel Sosyal Araştırmaya Giriş.* (Çev. Gümüş, A. ve Durgun, M.S.). Adana: Baki Kitabevi. (Özgün çalışma 1990).

McCracken, G. (1988). *The Long Interview*. Newbury Park, CA: Sage

Mclone, R. R. (1973). *The Training of Mathematicians.* Social Science Research Council, London.

McNamara, D. (1991). Subject Knowledge and Its Application: Problems and Possibilities for Teacher Educators. *Journal of Education for Teaching*, 17(2), 113-128.

MEB (2006). *İlköğretim Okulu Matematik Programı*. Ankara: Milli Eğitim Basımevi.

MEB (2009). *İlköğretim (6-8. sınıflar) Matematik Programı*. Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü Basım Evi.

MEB (2013). *Ortaokul Matematik Dersi (5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı.* Milli Eğitim Basımevi. Ankara.

Meier, S. (2009). Identifying Modelling Tasks. Proceedings of the 10th International Conference "Models in Developing Mathematics Education" (11-17 Eylül 2009), Dresden, Saxony, Germany, 399-403. [0nline]: http://math.unipa.it/~grim/21_project/Meier399-403.pdf (10.05.2014)

Messmer, G. K. (1989). Survey of the Present State, Recent Developments and Important Ternds of Modelling and Aplications in FR Germany. In M, Niss, W, Blum ve I, Huntley (Eds.), Modelling Applications and Applied Problem Solving. England: Halsted Pres. 227-234.

Metallidou, P. ve Vlachou, A. (2010). Children' s Self-Regulated Learning Profile in Language and Mathematics: The Role of Task Value Beliefs. *Psychology in The Schools*, 47(8), 776-788.

Miles, M. B. ve Huberman, A. M. (1994). *Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook.* (2nd Edition). California: SAGE Publications.

Mishra, P. ve Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *The Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054.

Mishra, P. ve Koehler, M. (2007). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK): Confronting The Wicked Problems of Teaching with Technology. Society for Information Technology & Teacher Education International Conference (pp. 2214-2226). Chesapeake, VA: AACE.

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

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

Mousoulides, M., Pittalis, M. ve Christou, C. (2006). Improving Mathematical Knowledge Through Modeling in Elementary Schools. In J. Novotna, H. Moraova, M. Kratka ve N. Stehlikova (Eds.). Proceedings 30th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, 4, 201-208.

Mulryan, C. M. (1995). Perception of Intermediate Students' Cooperative Small-Group Work in Mathematics. *The Journal of Educational Research*, 87, 280-291.

Naresh, N. (2008). Interplay Between School Mathematics and Work Place Mathematics. Ph. D. Thesis. Illınois State University, Illinois.

NCTM (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics.* Reston, VA: Author.

NCTM (1995). *Assessment standards for school mathematics.* Author*:* Reston VA.

NCTM (2000). *Principles and Standarts for School Mathematics: An Overview. National Council of Teachers of Mathematics.* Reston: Author.

Niess, M. (2005). Preparing Teachers to Teach Science and Mathematics with Technology: Developing A Technology Pedagogical Content Knowledge. *Teaching and Teacher Education: An International Journal of Research and Studies*, 21(5), 509-523.

Niss, M. (1987) Applications and Modelling in The Mathematics Curriculum-State And Trends. *Int. J. Math. Educ. Sci. Tecnol*., 18(4), 487-505.

Niss, M. (1999). Aspects of The Nature and State of Research in Mathematics Education. *Educational Studies in Mathematics* 40, 1-24.

Niss, M. (2001). Issues and Problems Of Research On The Teaching And Learning Of Applications And Modelling. In J. F. Matos, W. Blum, S. K. Houston ve S. P. Carreira (Eds.), Modelling and Mathematics Education (ICTMA 9): Applications in Science and Technology (72–88). Chichester: Horwood Publishing.

Niss, M., Blum, W. ve Galbraith, P. L. (2007). Introduction. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn ve M. Niss (Eds.), Modelling and Applications in Mathematics Education: The 14th ICMI study (3–32). New York: Springer.

Norman, D. A. (1983). Some Observations on Mental Models. In D. Gentner ve A. L. Stevens (Eds.), Mental Models (7-14). Hillsdale, N.J: Lawrence Erlbaum.

Nyman, M. A. ve Berry, J. (2002). Developing Transferable Skills in Undergraduate Mathmetics Students through Mathematical Modelling. *Teaching Mathematics and Its Applications*, 21(1), 29-45.

Olkun, S. ve Toluk, Z. (2003). *İlköğretimde Etkinlik Temelli Matematik Öğretimi*. Ankara: Anı Yayıncılık.

Olkun, S. ve Toluk-Uçar, Z. (2007). *İlköğretimde Etkinlik Temelli Matematik Öğretimi*. (Yenilenmiş ve Genişletilmiş 3. baskı). Ankara: Maya Akademi.

Ortaokul ve İmam Hatip Ortaokulu Matematik Uygulamaları Dersi (5, 6, 7 ve 8.sınıflar) Öğretim Programı (2012). [online]: http://ttkb.meb.gov.tr/dosyalar/programlar/ilkogretim/matematikuygulamalari_ortaokul.pdf (10.05.2014).

Örnek, F. (2008). Models in Science Education: Applications of Models in Learning and Teaching Science. *International Journal of Environmental and Science Education*, 3(2), 35-45.

Özcan, F. M. (2005). İlköğretim 2. Kademede 6-7-8. Sınıf Öğrencilerinin Problem Çözme Stratejileri Ve Matematiksel Modellemenin Problem Çözmedeki Yeri ve Önemi. Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, *Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, İzmir.

Özer-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 Alanları Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara.

Özgün, D. (2012). İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Problem Çözme Sürecinde Ürettiği Matematik Modellerinin Nitel Bir Yaklaşımla İncelenmesi. Erciyes Üniversitesi, *Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, İlköğretim Anabilim Dalı, Matematik Eğitimi Bilim Dalı, Kayseri.

Özturan-Sağırlı, M. (2010). Türev Konusunda Matematiksel Modelleme Yönteminin Ortaöğretim Öğrencilerinin Akademik Başarıları Ve Öz-Düzenleme Becerilerine Etkisi. Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi, *Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Ortaöğretim Fen Ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı, Matematik Eğitimi Bilim Dalı, Erzurum.

Panaoura, A., Gagatsis, A. ve Demetriou, A. (2009). An Intervention to the Metacognitive Performance: Self-regulation in Mathematics and Mathematical Modeling. *Acta Didaktica Universitatis Comenianae Mathematics*. 9, 63-79.

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

Patton, M. Q. (1990). *Qualitative Evaluation and Research Methods*. (2. baskı). Newbury Park, California: Sage Publications.

Pekrun, R., vom Hofe, R., Blum, W., Frenzel, A. C. Goetz, T.ve Wartha, S. (2007). Development of Mathematical Competencies in Adolescence: The PALMA longitudinal study. In M. Prenzel(Eds), Studies On The Educational Quality Of Schools. The Final Report on the DFG Priority Programme (17-37). Münster, Germany: Waxmann.

Pollak, H. (1969). How Can We Teach Applications of Mathematics? *Educational Studies in Mathematics,* 2, 393-404.

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

Pollak, H. O. (2003). A History Of The Teaching of Modeling. In G. M. A. Stanic ve J. Kilpatrick (Eds.), A History Of School Mathematics, Vol. 1 (647-671). Reston VA: NCTM.

Pollak, H. O. (2011). What is Mathematical Modeling? *Journal of Mathematics Education at Teachers College,* 2(1), 64.

Raymond, A. M. (1997). Inconsistency Between A Beginning An Elementary School Teacher’s Mathematics Beliefs And Teaching Practice. *Journal for Research in Mathematics Education*, 28(5), 550–576.

Roberts, P. ve Priest, H. (2006). Reliability and Validity in Research. *Nursing Standard*, 20, 41-45.

Robson, C. (1993). *Real World Research*. Oxford: Blackwell Publisliers Ltd.

Rose, L. M. (1974). *The Application of Mathematical Modelling to Process Development and Design*. NY: Halsted Press.

Rosenbloom, P. C. (1996). Poblem Making and Problem Solving in The Role of Axiomatics and Problem Solving. The Conference Board of the Mathematical Sciences, Washington: D.C. Ginn and Company.

Rossman, B. G. ve Rallis, F. S. (1998). Learning in the Field: An Introduction to Qualitative Research. Thousand Oaks, California: Sage Publications.

Schmidt, B. (2010a): Modelling in the Classroom-Motives and Obstacles from The Teacher’s Perspective. In: European Society for Research in Mathematics Education (Eds.). Proceedings of CERME 6, Lyon, France, p. 2066-2075.

Schmidt, B. (2010b): Modellieren in der Schulpraxis. Beweggründe und Hindernisse aus Lehrersicht. Hildesheim & Berlin: Franzbecker.

Schmidt, D. A., Baran, E., Thompson, A. D., Mishra, P., Koehler, M. J. ve Shin, T. S. (2009). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): The Development and Validation of An Assessment Instrument for Preservice Teachers. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(2), 27.

Schoenfeld, A. (1992). Learning to Think Mathematically: Problem Solving, Metacognition and Sense Making in Mathematics. In D. A. Grouws (Eds.), Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning (334–370). Macmillan: New York.

Schorr, Y. R. ve Lesh, R. (2003). A Modeling Approach For Providing Teacher Development. In R. Lesh ve H.M. Doerr (Eds.), Beyond constructivism: Models and Modeling Perspective On Mathematics Problem Solving, Learning, And Teaching (141-157). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Schukajlow, S., Leiss, D., Pekrun, R., Blum, W., Müller, M. ve Messner, R. (2011). Teaching Methods For Modelling Problems And Students' Task-Specific Enjoyment, Value, Interest and Self-Efficicay Expectations. *Educational Studies in Mathematics*, 79(2), 215-237

Schunk, D. B. ve Zimmerman, B. J. (2003). Self Regulatin and Learning. In: W. M. Reynolds ve G. E. Miller (Eds). Vol.7, (59-78). Wiley: New York.

Schwarzkopf, R. (2007). Elementary Modelling in Mathematics Lessons: The Interplay Between "Real World" Knowledge And "Mathematical Structures". In W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn ve M. Niss (Eds.), Modelling and applications in Mathematics Education (209–216). New York, NY: Springer.

Seidman, I. E. (1991). *Interviewing As Qualitative Research: A Guide for Researchers in Education and the Social Sciences*. New York: Teachers College Press

Sekerak, J. (2010). Competences of Mathematical Modelling of High School Students. *Mathematics Teaching*, 220, 8-12.

Sezer, S. (2005). Öğrencinin Akademik Başarısının Belirlenmesinde Tamamlayıcı Değerlendirme Aracı Olarak Rubrik Kullanımı Üzerine Bir Araştırma. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 61-69.

Shin, T., Koehler, M. J., Mishra, P., Schmidt, D., Baran, E. ve Thompson, A. (2009). Changing Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Through Course Experiences. Society for Information Technology & Teacher Education International Conference, Charleston, South Carolina: SITE, Vol. 1, 4152.

Shternberg, B. ve Yerushalmy, M. (2003). Models of functions and models of situations: on the design of modeling-based learning environments. In R. Lesh ve

H.M. Doerr (Eds.), Beyond Constructivism: Models and Modeling Perspective On Mathematics Problem Solving, Learning and Teaching (pp. 479-498). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.

Silver, E. A. (1987). Foundations of Cognitive Theory and Research for Mathematics Problem-Solving Instruction. In Alan H. Schoenfeld (Eds.), Cognitive Science and Mathematics Education. NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Singer, M. (2007). Modelling Both Complexity and Abstraction: A Paradox? In W. Blum, P. Galbraith, H.-W. Henn ve M. Niss (Eds.). Modelling and Applications in Mathematics Education. The 14. ICMI Study (233-240). New York: Springer.

Skovsmose, O. (1990). Reflective Knowledge: Its Relation to The Mathematical Modelling Process. *International Journal Of Mathematics Education In Science And Technology*, 21(5), 765-779.

Slavin, R. E. (1990). Research on Cooperative Learning: Consensus & Controversy. Educational Leadership, 47(4), 52.

Smith, D.N.(1997). Independent Mathematical Modeling. *Teaching Mathematics and Its Appli*cations, 16(3), 101-106.

Sole, M.(2013). A Primer for Mathematical Modeling. *Journal of Mathematics Education at Teachers College*. 4, 44-49.

Spanier, J. (1980). Thoughts about the Essentials of Mathematical Modelling. *Mathematical Modelling*, 1, 99-108.

Spanier, J. (1992). Modelling - A Personel Viewpoint. *Mathematical and Computer Modelling*, 16(5), 147-149.

Sriraman, B. (2005). Conceptualizing The Notion of Model Eliciting. Fourth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education. Sant Feliu de Guíxols, Spain.

Stewart, C. J. ve Cash, W. B. (1985). *Interviewing: Principles and Practices*. (4. baskı). Dubuque, IO: Wm. C. Brown Pub.

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

Stohlman, M. (2013). Model Eliciting Activities: Fostering 21st Century Learners. *Journal of Mathematics Education at Teachers College,* 4, 60-65.

Swan, M., Turner, R., Yoon, C. ve Muller, E. (2007). The Roles of Modelling in Learning Mathematics. In W. Blum, P. Galbraith, H. W. Henn ve M. Niss (Eds.). Modelling and Applications in Mathematics Education. The 14. ICMI Study (275-284). New York: Springer.

Swing, S. ve Peterson, P. (1988). Eleborative and Integrative Thought Processes in Mathematics Learning. *Journal of Educational Psychology*. 80(1).

Şandır, H. (2010). Matematik Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Tasarladıkları ve Uyguladıkları Modellemelere ait Süreçlerin İncelenmesi. Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi, *Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Eğitim Bilimleri Bölümü, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı, Matematik Öğretmenliği Bilim Dalı, Ankara.

Şencan, H. (2005). *Sosyal ve Davranışsal Ölçümlerde Güvenilirlik ve Geçerlilik.* Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Taşova, H. İ. (2011). Matematik Öğretmen Adaylarının Modelleme Etkinlikleri ve Performansı Sürecinde Düşünme ve Görselleme Becerilerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, *Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Ortaöğretim Fen Ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı, Matematik Eğitimi Bilim Dalı, İstanbul.

Taşova, H. İ. ve Delice, A. (2011). An Analysis of Pre-Service Mathematics Teachers' Performance in Modelling Tasks in Terms of Spatial Visualisation Ability. In Smith, C. (Eds.) Proceeding of the Brtish Society for Research into Learning

Mathematics, 31(3). [online]: http://www.bsrlm.org.uk/IPs/ip31-3/BSRLM-IP-31-3-26.pdf (10.05.2014).

Tekin-Dede, A. ve Bukova-Güzel, E. (2011). Ortaöğretim Matematik Öğretmenlerinin Matematiksel Modellemeye İlişkin Görüşlerinin Belirlenmesi. 20. Eğitim Bilimleri Kurultayı. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Burdur.[online]: https://www.pegem.net/akademi/kongrebildiri_detay.aspx?id=125571(10.05.2014)

Tekin-Dede, A. ve Bukova-Güzel, E. (2013). Matematik Öğretmenlerinin Model Oluşturma Etkinliği Tasarım Süreçleri ve Etkinliklere Yönelik Görüşleri. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(1), 300-322.

Thompson, D. R. ve Senk, S. L. (1998). Using Rubrics in High School Mathematics Courses. *The Mathematics Teacher*, 91(9), 786-793.

Thompson, M. ve Yoon, C. (2007). Why Build a Mathematical Model: A Taxonomy of Situations That Create the Need for a Model to be Developed. In E. H. Richard A. Lesh (Eds.), Foundations for the Future in Mathematics Education (193-200). Mahwah, NJ: Routlege.

Tomic, W. ve Nelissen, J. (1998). Representations in Mathematics Education. Hearken, ERIC Document Reproduction Service No. Ed 428950.

Treffers, A. (1987). Three Dimensions: A Model of Goal and Theory and Theory Description in Mathematics Instruction. *The Wiskobas Project*. Dordrecht: Kluwer.

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

Ubuz, B. ve Haser, Ç. (2002). Matematik Öğretiminde Rol Yapılarının Değişimi. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16-18 Eylül, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Umay, A. (2007). *Eski Arkadaşımız Okul Matematiğinin Yeni Yüzü*. Ankara: Aydan WEB Tesisleri.

Ünveren, E. N. (2010). İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının İspata Yönelik Tutumlarının Matematiksel Modelleme Sürecinde İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Balıkesir Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, İlköğretim Anabilim Dalı, Matematik Eğitimi Bilim Dalı, Balıkesir.

Van Driel, J. H., Verloop, N., ve De Vos, W. (1998). Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(6), 673–695.

Verschaffel, L., De Corte, E. ve Borghart, I. (1997). Pre-Service Teachers' Conceptions and Beliefs About The Role Of Real-World Knowledge in Mathematical Modeling Of School Word Problems. *Learning and Instruction.* 7(4), 339-359.

Verschaffel, L., Greer, B. ve De Corte, E. (2000). *Making Sense Of Word Problems*. Lisse: Swets and Zeitlinger.

Von Glasersfeld, E. (1995). A Constructivist Approach to Teaching. In L. P. Steffe & J. Gale (Eds.) Constructivism in Education. Hillsdale, New Jersey Hove, UK: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

Vroom, V. H. (1964): Work and motivation. New York: Wiley.

Warwick, J. (2007). Some reflections on the Teaching of Mathematical Modelling. *The Mathematics Educator*. 17 (1), 32-41.

Wragg, E. C. (1994). *Conducting and Analysing Interviewies*. In N. Bennett, R. Glatter, R. Levacic (Edt). Improving Educational Management Through Research and Consultancy (pp. 267-282). The OpenUniversity.

Wu, C., Nale, D. B. ve Bethel, L. J. (1998). Conceptual Models and Cognitive Learning Styles in Teaching Recursion. Proceedings of the 29th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education, Atlanta, USA.

Yağcı, F. (2010). The Effecet Of Instruction With Cocncrete Models On Eighth Grade Students' Probability Achievement And Attitudes Toward Probability. Yüksek Lisans Tezi. Ortadoğu Teknik Üniversitesi. İlköğretime Fen ve Matematik Eğitimi Anabilim Dalı.

Yıldırım, K. (2010). Nitel Araştırmalarda Niteliği Arttırma. *İlköğretim Online*, 9 (1), 79-92.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2005). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. (Genişletilmiş 5.baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık San. Ve Tic. A.Ş.

Yıldırım, H. H., Yıldırım, S. , Yetişir, M. İ. ve Ceylan, E. (2013). PISA 2012 Ulusal Ön Raporu. [online]: http://yegitek.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2013_12/13053601_pisa2012_ulusal_n_raporu.pdf (10.05.2014).

Yin, R. K. (1984). Case Study Research: Design and Methods. Beverly Hills, CA: Sage.

Yu, S. ve Chang, C. (2009). What Did Taiwan Mathematics Teachers Think of Model-Eliciting Activities And Modeling? [online]: http://120.107.180.177/1832/9802/98-2-04pa.pdf (10.05.2014)

Yurdakul, B. (2004). Yapılandırmacı Öğrenme Yaklaşımının Öğrenenlerin Problem Çözme Becerilerine, Bilişötesi Farkındalık ve Derse Yönelik Tutum Düzeylerine Etkisi ile Öğrenme Sürecine Katkıları. Doktora Tezi. Hacettepe Üniversitesi. *Sosyal Bilimler Enstitüsü*. Ankara.

Zambujo, M. (1989). Maths As A Human And Scientific Value In The Computer Age. In M, Niss, W, Blum ve I, Huntley (Eds.), Modelling Applications and Applied Problem Solving. England: Halsted Pres. 116-122.

Zawojewski, J. (2010). Problem Solving Versus Modeling. In R. Lesh, P. Galbraith, C. R. Haines, & A. Hurford (Eds.), Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies: ICTMA 13 (237–244). New York: Springer.

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

Zawojevski, S. J, Lesh, R. ve English, L. D. (2003). A Models and Modeling Perspective on The Role of Small Group Learning. R. Lesh ve H. M. Doerr (Eds.). Beyond Constructivism: Models and Modeling Perspective On Mathematics Problem Solving, Learning & Teaching (337-358). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Zbiek, R. M., ve Conner, A. (2006). Beyond Motivation: Exploring Mathematical Modeling As A Context For Deepening Students' Understandings of Curricular Mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 63(1), 89–112.

EKLER

9. EKLER

EK A Araştırma İzni

T.C.
BALIKESİR VALİLİĞİ
İl Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı :B.08.4.MEM.4.10.00.31-605.99.00.00- 005332 **…../02/2011**
Konu :Araştırma İzni

VALİLİK MAKAMINA
BALIKESİR

İlgi : Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğünün 22/02/2011 tarih ve 452 sayılı yazısı.

Balıkesir Üniversitesi Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı Matematik Eğitimi Doktora öğrencisi **Emine ÖZDEMİR**'in **"Matematik Eğitiminde Modelleme Üzerine Öğrenme-Öğretme Uygulamaları"** konulu Doktora tez çalışmasını, Balıkesir il merkezinde bulunan ve ilgi yazıda belirtilen resmi ilköğretim okullarında öğrenim gören 6. 7. ve 8. sınıf öğrencilerine uygulama yapabilme isteğiyle ilgili yazısı ve ekleri ilişikte sunulmuş olup; uygulamanın yapılması Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca uygun görüldüğü takdirde, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı Matematik Eğitimi Doktora öğrencisi **Emine ÖZDEMİR**'in **"Matematik Eğitiminde Modelleme Üzerine Öğrenme-Öğretmen Uygulamaları"** konulu Doktora tez çalışmasını, Balıkesir il merkezinde bulunan ve ilgi yazıda belirtilen resmi ilköğretim okullarında öğrenim gören 6. 7. ve 8. sınıf öğrencilerine uygulama yapabilme hususunu;

Olur'larınıza arz ederim.

İbrahim BİNAY
İl Milli Eğitim Müdür V.

O L U R
23../02/2011

Selda DURAL
Vali a.
Vali Yardımcısı

ASLI GİBİDİR
Nermin GÜRSES
Enstitü Sekreteri

EKİ: Yazı ve Ekleri (22 Sayfa)

Kasaplar Mah. Eski Sındırgı Cad.No:1-
10100 BALIKESİR
Tel :0 266 239 62 73
Fax :0 266 239 62 74
e-posta :balikesirmem@meb.gov.tr
İnt. Adr. :http://balikesir.meb.gov.tr

DANIŞMA 444 0 632 HATTI
EĞİTİME %100 DESTEK
EĞİTİMDE REFORM Daha aydınlık gelecek!

EK B Günlük Ders Planı Değerlendirme Ölçeği

Ölçütler	Yeterlik düzeyleri			Yeterlik puanı
	Başlangıç düzeyi (1)	Kabul edilebilir (2)	Oldukça başarılı (3)	
Hazırlık etkinliğini belirleme	Hazır bulunuşluğu ölçmede, modelleme görevine geçişe zemin hazırlamada yetersiz.	Hazır bulunuşluğu ölçmede, modelleme görevine geçişe zemin hazırlamada kısmen yeterli.	Hazır bulunuşluğu ölçmede, modelleme görevine geçişe zemin hazırlamada yeterli.	
Modelleme görevini belirleme	a. Modelleme görevi önemsiz, b. Öğrenci seviyesine uygun, c. Öğrenme alanı, alt öğrenme alanı ve kazanımlara uygun, d. Modelleme sürecine uygun değil	a. Modelleme görevi önemli, b. Öğrenci seviyesine uygun değil, c. Öğrenme alanı, alt öğrenme alanı ve kazanımlara uygun, d. Modelleme sürecine kısmen uygun.	a. Modelleme görevi önemli, b. Öğrenci seviyesine uygun, c. Öğrenme alanı, alt öğrenme alanı ve kazanımlara uygun, d. Modelleme sürecine uygun.	
Özgünlük	Hazırlanan etkinlikler sıradan ve benzerlerinin aynısı	Hazırlanan etkinlikler kısmen özgün ve benzerlerinden esinlenerek yapılmış	Hazırlanan etkinlikler özgün ve benzerlerinden farklı	
Görsel tasarım	Çalışmada görsel, sözel ve çekicilik katan unsurların kullanımı yetersiz ve yer yer çalışmayı desteklemiyor.	Çalışmada görsel, sözel ve çekicilik katan unsurların kullanımı kısmen yeterli ve bunlar çalışmanın anlaşılmasını kısmen kolaylaştırıyor.	Çalışmada görsel, sözel ve çekicilik katan unsurlar oldukça etkili kullanılmış ve bunlar çalışmanın anlaşılmasını kolaylaştırıyor.	
Araştırma yapma	Biçimsel bölümde çok fazla hata var, yüzeysel bir araştırma yapılmış, çalışmanın içeriği yetersiz.	Biçimsel bölümde yer yer hata var, kısmen kapsamlı bir araştırma yapılmış, çalışmanın içeriği kısmen yeterli.	Biçimsel bölümde hiç hata yok, kapsamlı araştırma yapılmış ve çalışmanın içeriğine yansıtılmış.	
Yazım ve dil bilgisi	Yazım ve dil bilgisi açısından yetersiz.	Yazım ve dil bilgisi açısından kısmen yeterli.	Yazım ve dil bilgisi açısından yeterli.	
Süreyi belirleme	Modelleme sürecini tamamlamaya uygun değil.	Modelleme sürecini tamamlamaya kısmen uygun.	Modelleme sürecini tamamlamaya uygun	

EK C Gözlem Formu

GÖZLEM FORMU
Sevgili Gözlemci, Öğretmen adaylarının modellemeye dayalı öğretimi uygulama becerilerinin belirlenmesi amacıyla hazırlanan bu gözlem formunda öğretim sürecine ilişkin boyutlar ve boyutlara ilişkin sorular bulunmaktadır. Bu bir sınav değildir. Bunun için yapacağınız gözlemler sadece sizin değerlendirmelerinizi yansıtmalıdır. Katkılarınız için şimdiden teşekkür ederim. Araş. Gör. Emine Özdemir Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi İlköğretim Matematik Öğretmenliği A.B.D.
Gözlenen öğretmen adayı: Uygulama sınıfı: Uygulama okulu: Uygulama tarihi:
<u>ÖĞRETİME HAZIRLIK</u> • Sınıf ortamı derse nasıl hazırlandı? (Sınıfın fiziki yapısı, öğretmen adayının öğrencilerle ve matematik öğretmeni ile iletişimi açısından değerlendiriniz.) • Gruplar nasıl oluşturuldu? Gruplar arası dağılımı nasıl tanımlarsınız?
<u>HAZIRLIK ETKİNLİĞİ (MODELLEME ETKİNLİĞİNDEN ÖNCEKİ ETKİNLİĞİ/SORULARI DİKKATE ALINIZ)</u> • Etkinliğin ya da sorulan soruların öğrencilerin üzerinde etkileri nasıl oldu? (dikkat çekme, hazır bulunuşluğu ölçme, öğrenci seviyesine uygunluğu, olumlu ve olumsuz yönlerini değerlendiriniz.
<u>GRUP ÇALIŞMALARI (MODELLEME ETKİNLİĞİNİN GRUPLARCA ÇALIŞILDIĞI ZAMANI DİKKATE ALINIZ)</u> • Grupların modelleme etkinliğine tepkileri nasıl oldu? • Modelleme sürecinin ilk aşaması olan grupların problemi anlama aşamasını nasıl tanımlarsın? • Öğretmen adayı grupların çalışmalarını takip ederken nasıl bir yol izledi? Gruplara yaklaşımı nasıldı? • Grupların modelleme etkinliği üzerinde çalışmalarını nasıl tanımlarsın? • Gruplar çalışmalarını verilen sürede tamamlayabilmek için hangi stratejileri kullandılar?
<u>SINIF TARTIŞMALARI</u> • Gruplar çözümlerini açıklarken matematiksel gösterim ve terminolojiyi nasıl kullandılar? • Çözümlerin doğruluğu nasıl tartışıldı? Öğretmen adayı tartışmayı yönetirken hangi yolu izledi? • Hangi çözümün doğru olduğuna nasıl karar verildi? Hangi gruplar doğru yanıta ulaşılabildi? • Sınıf tartışmasının öğrencilerin öğrenmelerinde katkıları nasıl oldu? • Sizce modelleme etkinliği ne derece amacına ulaştı?
<u>DERSİN SONLANDIRILMASI</u> • Öğretmen adayı tarafından ders nasıl bitirildi? Genel bir değerlendirme yapıldı mı? • Siz olsaydınız dersi nasıl sonlandırırdınız?
<u>ÖĞRETİMİN GENEL BİR DEĞERLENDİRİLMESİ</u> • Sınıfın fiziki yapısının matematiksel modellemeye dayalı öğretime uygunluğu hakkındaki görüşleriniz nelerdir? • Hazırlanan plana uygun olarak öğretimin gerçekleştirilebildiğini düşüyor musunuz? Neden? • Öğrencilerin uygulamalara katılımı nasıldı? Etkili öğrenmenin gerçekleştiğini düşünüyor musunuz? Neden? • Sizce sınıf tartışması nasıl olmalıydı? • Ders planının geliştirilebilmesine yönelik önerileriniz nelerdir? Hazırlık etkinliği, modelleme etkinliği ve değerlendirme sorusu nasıl olmalıydı?

EK D Matematiksel Modelleme Sürecini Değerlendirme Ölçeği

Sevgili Öğretmen Adayları,

Modellemeye dayalı öğretim süreci ile ilgili çalışma gruplarının modelleme yeterliklerinin belirlenmesi amacıyla hazırlanan bu analitik dereceli puanlama anahtarında ölçütler ve başarı düzeyleri bulunmaktadır. Bu bir sınav değildir. Bunun için vereceğiniz yanıtlar sadece sizin değerlendirmelerinizi yansıtmalıdır. Grupların çalışmalarını değerlendirirken her bir ölçütün hangi yeterlik düzeyinde gerçekleştiğine karar veriniz. Grupların her bir ölçütteki uygun olduğuna karar verdiğiniz başarı düzeyini çarpı (X) veya tik (√) işareti koyarak belirtiniz.

Katkılarınız için şimdiden teşekkür ederim.

Araş. Gör. Emine Özdemir
Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi
İlköğretim Matematik Öğretmenliği A.B.D.

Uygulama Okulu ve Sınıfı:
Öğretmen Adayının Adı Soyadı:
Tarih:

ÖLÇÜTLER	YETERLİK DÜZEYLERİ	GRUPLAR							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Problemi anlama	*Öğrenciler problemi yardım almadan anlayabilmiştir.*								
	Öğrenciler problemi öğretmen yardımı alarak anlayabilmiştir.								
	Öğrenciler problemi kısmen anlamıştır.								
Problemi basitleştirme/ yapılandırma	*Öğrenciler probleme ilişkin bir özellikler listesi şekillendirir, belli özelliklere bakarak bir liste oluşturur. Modelde kullanılacak değişkenleri tanımlarlar. Problem hakkında doğru bir çizim/tablo yaparlar.*								
	Öğrenciler probleme ilişkin bir özellikler listesi şekillendirir, belli özelliklere bakarak bir liste oluşturur ancak modelde kullanılacak değişkenleri tanımlayamazlar. Problem hakkında doğru bir çizim/tablo yapamazlar.								
	Öğrenciler sadece verilen problem durumunu anlar fakat durumu yapılandıramaz ve basitleştiremez ya da herhangi bir matematiksel fikirle ilişki kuramaz.								
Matematikleştirme	*Öğrenciler matematiksel modeli oluştururken problemdeki her bir değişkeni hesaba katmış ve doğru matematiksel gösterim ve terminolojiyi kullanmıştır. Model problem durumuna uygundur.*								
	Öğrenciler matematiksel modeli oluştururken problemdeki her bir değişkeni hesaba katmış ancak doğru matematiksel gösterim ve terminolojiyi kullanmamıştır. Model problem durumuna kısmen uygundur.								
	Öğrenciler matematiksel modeli oluştururken problemdeki her bir değişkeni hesaba katmamış ya da doğru matematiksel gösterim ve terminolojiyi kullanmamıştır. Model problem durumuna uygun değildir.								

ÖLÇÜTLER	BAŞARI DÜZEYLERİ	GRUPLAR							
		1	2	3	4	5	6	7	…
	Öğrenciler matematiksel modeli kullanarak matematik problemi üzerinde çalışabilmiş ve doğru çözüme ulaşmıştır.								
Matematiksel çalışma	*Öğrenciler matematiksel modeli kullanarak matematik problemi üzerinde çalışabilmiş ve ancak işlem hatası yapmıştır.*								
	Öğrenciler matematiksel modeli kullanarak matematik problemi üzerinde çalışamamış ve doğru çözüme ulaşamamıştır.								
	Öğrenciler elde ettikleri matematiksel sonuçları gerçek sonuçlarla yorumlayabilmiştir.								
Yorumlama	*Öğrenciler elde ettikleri matematiksel sonuçları gerçek sonuçlarla yeterli düzeyde yorumlayamaz.*								
	Öğrenciler elde ettikleri matematiksel sonuçları gerçek sonuçlarla yorumlayamaz.								
	Uygun veri ile birlikte matematiksel modelin doğruluğu test edilip matematiksel model doğrulanmış ve matematiksel model başka problemler için geliştirilmiştir/genellenebilirdir.								
Doğrulama	*Uygun veri ile birlikte matematiksel modelin doğruluğu test edilip matematiksel model doğrulanmıştır ancak matematiksel model başka problemler için kısmen geliştirilebilir/genellenebilirdir.*								
	Uygun veri ile birlikte matematiksel modelin doğruluğu test edilmemiş ve matematiksel model doğrulanmamıştır. Matematiksel model başka problemler için geliştirilmemiştir/genellenebilir değildir.								
	Öğrenciler problemin çözümünü sözlü bir şekilde sunabilir ve çözümü doğru bir şekilde açıklayabilirler. Diğer gruplar tarafından farklı görüşler geldiğinde kendi çözümlerini savunabilirler.								
Raporlaştırma	*Öğrenciler problemin çözümünü sözlü bir şekilde sunabilir ve çözümü doğru bir şekilde açıklayabilirler. Ancak diğer gruplar tarafından farklı görüşler geldiğinde kendi çözümlerini savunamazlar.*								
	Öğrenciler problemin çözümünü sözlü bir şekilde sunamaz ve çözümü açıklayamazlar. Diğer gruplar tarafından farklı görüşler geldiğinde kendi çözümlerini savunamazlar.								

EK E Matematiksel Modellemeye Dayalı Öğrenme-Öğretme Uygulamalarına Yönelik Öğretmen Adayı Görüşme Formu

Sevgili Öğretmen Adayları,

Matematiksel modellemeye dayalı öğrenme-öğretme uygulamalarına ilişkin görüşlerinizin belirlenmesi amacıyla hazırlanan bu görüşme formunda sürecin bütününe ilişkin sorular bulunmaktadır. Sizin görüşlerinizin bu çalışma için oldukça önemli ve bir o kadar da değerli olduğunu düşünüyorum. Görüşmemize geçmeden önce, görüşmenin gizli olduğunu ve görüşmede konuşulanların yalnızca benim ve bazı araştırmacılar tarafından bilineceğini belirtmek isterim. Bunun yanı sıra burada bildirdiğiniz görüşler üzerinden ders notlarınıza ilişkin herhangi bir değerlendirme yapılmayacaktır. Araştırma raporunda isimleriniz kesinlikle yer almayacak, isimleriniz sayılarla kodlanacaktır. Görüşmemize başlamadan önce sormak istediğiniz veya belirtmek istediğiniz herhangi bir düşünceniz varsa rahatlıkla paylaşabilirsiniz.

Katkılarınız için şimdiden teşekkür ederim.

Araş. Gör. Emine Özdemir
Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi
İlköğretim Matematik Öğretmenliği A.B.D.

Öğretmen Adayının Adı Soyadı:
Tarih:

GÖRÜŞME SORULARI

1. Okul deneyimi dersi kapsamında matematiksel modellemeye dayalı teorik ve uygulamalı eğitim aldınız. Bu süreç sonunda 6-7-8. Sınıf matematik dersi programından sizin belirleyeceğiniz bir kazanım doğrultusunda günlük ders planı hazırlamanız istendi. Bu bağlamda
- Günlük ders planını hazırlama sürecini açıklar mısınız?
  - Dikkate alınan durumlar açısından?
  - Yaşanılan güçlükler açısından?
  - Kazanımın modellemeye uygunluğunu belirleme açısından?
  - Kazanıma uygun hazırlık ve modelleme etkinliklerini oluşturma açısından?
  - Günlük planı hazırlamada, kendinizi yeterli ya da yetersiz gördüğünüz durumlar neler oldu? Nasıl üstesinden geldiniz?
  - İlk hazırladığınız günlük ders planı ile son hazırladığınız günlük ders planı arasında ne gibi farklılıklar oldu?

2. Öğretime başlamadan önce sınıf ortamının hazırlığına yönelik nelere yaptınız?
- Sınıfın fiziki yapısı ve öğrenciler hakkında neler biliyordunuz?
- Matematik öğretmeni ve öğrencilerle iletişiminiz nasıldı?

3. Hazırlık etkinliğinin öğrenciler üzerindeki etkileri hakkındaki görüşleriniz nelerdir?
- Dikkati çekme açısından?
- Hazır bulunuşluğu ölçme açısından?
- Öğrencilerin seviyesine uygunluğu açısından?
- Etkinliğin gerekliliği açısından?

4. Grupların oluşturulmasında dikkate aldığınız durumları açıklar mısınız?
- Öğretmen yardımı alıp almama açısından?
- Gruplara tek/çift kağıt verilmesi açısından?

5. Modelleme görevinin grup çalışmaları üzerindeki etkileri hakkında görüşleriniz nelerdir?
- Grupların problemi anlama yolları açısından?
- Grupların yönelttiği sorular ve sizin yanıtlarını açısından?
- Grupların tüm üyeleriyle birlikte modelleme etkinliği üzerinde çalışabilmesi açısından?
- Grupların çalışmarını takip edebilme açısından?
- Grupların çalışmalarını verilen sürede tamamlayabilmeleri açısından?
- Günlük ders planında yer alan araç-gereçlerin kullanımı açısından?

6. Sınıf tartışmalarının etkililiği konusundaki görüşleriniz nelerdir?

- Öğrencilerin çözümleri karşılaştırması açısından?
- Öğencilerin çözümlerdeki hataları görebilmeleri açısından?
- Doğru çözüme karar verme açısından?
- Çözümlerdeki hatalar hakkında gruplara dönüt verme açısından?
- Doğru yanıta ulaşan gruplar açısından?
- Tartışmayı etkili bir şekilde yönetebilme açısından?

7. Hazırladığınız etkinlikleri bütün olarak matematiksel modelleme açısından değerlendirebilir misiniz?

- Matematiksel modellemeyi destekleme açısından?
- Öğrenmeye katkıları açısından?

8. Uygulamada kendinizi yeterli ya da yetersiz gördüğünüz durumları açıklar mısınız?

- Hazırlanan plana uygun olarak öğretimi gerçekleştirme açısından?
- Sınıfın fiziki yapısı ve grup çalışmalanın etkililiği açısından?
- Süreyi etkili kullanma açısından?

9. Günlük ders planını geliştirmek isteseniz hangi kısımlarda ekleme/çıkarma yaparsınız?

10. Öğretim sonunda grupların modelleme yeterliliklerini değerlendirmede yaşadıklarınızı açıklar mısınız?

11. Matematiksel modellemeye dayalı öğretimin uygulanabilirliği hakkındaki görüşleriniz neler?

- Okul deneyiminin ilk dersinden uygulama sonrasına dek görüşlerinizde ne yönde değişiklikler oldu?
- Öğretmen olduğunuzda derslerinizde matematiksel modellemeye dayalı öğretime nasıl ve ne kadar yer verirsiniz?

EK F Matematiksel Modelleme Dayalı Öğretime Yönelik Öğrenci Görüşme Formu

Sevgili Öğrenciler,

Matematiksel modellemeye dayalı öğretime ilişkin görüşlerinizin belirlenmesi amacıyla hazırlanan bu görüşme formunda sürecin bütününe ilişkin sorular bulunmaktadır. Sizin görüşlerinizin bu çalışma için oldukça önemli ve bir o kadar da değerli olduğunu düşünüyorum. Görüşmemize geçmeden önce, görüşmenin gizli olduğunu ve görüşmede konuşulanların yalnızca benim ve bazı araştırmacılar tarafından bilineceğini belirtmek isterim. Öğretmenleriniz veya yöneticilerinizin konuşulanlar hakkında bilgisi olmayacaktır. Bunun yanı sıra burada bildirdiğiniz görüşler üzerinden ders notlarınıza ilişkin herhangi bir değerlendirme de yapılmayacaktır. Araştırma raporunda isimleriniz kesinlikle yer almayacak, isimleriniz sayılarla kodlanacaktır. Görüşmemize başlamadan önce sormak istediğiniz veya belirtmek istediğiniz herhangi bir düşünceniz varsa rahatlıkla paylaşabilirsiniz.

Katkılarınız için şimdiden teşekkür ederim.

Araş. Gör. Emine Özdemir
Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi
İlköğretim Matematik Öğretmenliği A.B.D.

Öğrencinin Adı Soyadı: Uygulama okulu ve sınıfı: Tarih:

GÖRÜŞME SORULARI

1.Matematik dersinde sence sınıf ortamı nasıl olmalıdır?

- Ders başlamadan önce sıralarınız düzenlendi. Sizce bu düzenleme neden yapıldı?
- Grupların oluşumu ve dağılımı hakkındaki görüşleriniz nelerdir?
- Video çekiminin yapılacağını fark ettiğiniz anda neler hissettiniz? Bu durum ders boyunca sizi nasıl etkiledi?

2. Dersin başında size birtakım sorular yöneltildi. Bu sorular hakkındaki görüşleriniz nelerdir?

- Dikkatinizi çekme açısından?
- Soruların zorluk derecesi açısından?
- Modelleme görevi açısından?
- Katkıları açısından?

3. Her bir gruba çalışma yaprağı dağıtıldı.

- Çalışma yaprağında verilen probleme ilişkin görüşleriniz nelerdir?
    - Problemi anlamada zorlandığınız yerler oldu mu? Olduysa bunları açıklar mısınız?
    - Problemi anlamada öğretmenin yardımı oldu mu? Olduysa nasıl?
    - Problemin zorluk derecesi açısından
- Grup çalışmalarında öğretmenin rolünü açıklar mısınız?
    - Grubunuzla ve diğerleriyle olan etkileşimi açısından
    - Grup çalışmalarını takip etme açısından
- Grup çalışmalarına ilişkin görüşleriniz nelerdir?
    - Gruplara 1 ya da 2 çalışma kâğıdı verilmesinin çalışmanıza nasıl etkileri oldu?
    - Sıkıldığınız ya da zorlandığınız durumlar oldu mu? Nasıl üstesinden geldiniz?
    - Grubunuz tüm üyeleriyle birlikte modelleme etkinliği üzerinde çalışabildi mi? Neden?
    - Çalışmanızı verilen sürede tamamlayabildiniz mi? Tamamlayamama durumu olduysa bunun nedenlerini açıklar mısınız?
    - Grup çalışması yapmanın katkıları neler oldu?

4. Dersin sonunda çözümler tahtaya yazıldı/asıldı. Böylece her bir grubun çözümünü görme fırsatınız oldu. Daha sonra çözümler tartışıldı.

- Bu uygulama hakkındaki görüşleriniz nelerdir?
    - Diğer grupların çözümlerini incelemek size neler kazandırdı?
    - Hangi çözümün doğru olduğuna nasıl karar verildi?
    - Bu süreçte öğretmenin rolü ne oldu?

5. Matematik dersinin bu şekilde işlenmesi konusunda görüşleriniz nelerdir?

- Bu ders hangi yönleriyle önceki matematik derslerinden farklıydı?
- Bu öğretim şeklinin etkililiği hakkındaki görüşleriniz neler?
- Bu öğretim şeklinin eğlenceli olup olmadığı konusundaki görüşlerin neler?
- Bu öğretim şeklinin faydalı olup olmadığı konusundaki görüşleriniz neler?
- Bu öğretim şekli matematik dersine yönelik tutumlarınızı nasıl değiştirdi?
- Böyle bir öğretim şekli 6. sınıftan bu yana uygulansaydı matematiğe bakış açınız, matematik başarınız nasıl değişirdi?

EK G Matematik Dersinde Modellemenin Uygulanabilirliğine İlişkin Öğretmen Görüşme Formu

Sevgili İlköğretim Matematik Öğretmenleri,

Matematik dersinde modellemenin uygulanabilirliğine ilişkin görüşlerinizin belirlenmesi amacıyla hazırlanan bu görüşme formunda sorular bulunmaktadır. Sizin görüşlerinizin bu çalışma için oldukça önemli ve bir o kadar da değerli olduğunu düşünüyorum. Görüşmemize geçmeden önce, görüşmenin gizli olduğunu ve görüşmede konuşulanların yalnızca benim ve bazı araştırmacılar tarafından bilineceğini belirtmek isterim. Araştırma raporunda isimleriniz kesinlikle yer almayacak, isimleriniz sayılarla kodlanacaktır. Görüşmemize başlamadan önce sormak istediğiniz veya belirtmek istediğiniz herhangi bir düşünceniz varsa rahatlıkla paylaşabilirsiniz.

Katkılarınız için şimdiden teşekkür ederim.

Araş. Gör. Emine Özdemir
Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi
İlköğretim Matematik Öğretmenliği A.B.D.

GÖRÜŞME SORULARI

1. Öğretmen adayı iken modellemeye dayalı öğrenme ve öğretme uygulamaları hakkında birtakım görüşler edindiniz.

    Şimdi bir öğretmen olarak modellemeye ilişkin görüşleriniz nelerdir?

2. Ortaokul matematik dersi öğretim programında modelleme etkinliklerine nasıl yer verilmektedir?
    Hangi etkinliklerle?
    Ne kadar süreyle?

3. Matematik derslerinde modellemenin kullanımına nasıl yer veriyorsunuz?
    hangi durumlarda?
    öğrenme alanları açısından?
    ne sıklıkta?

4. Matematik derslerinizde kullandığınız modelleme uygulamalarını nasıl değerlendiriyorsunuz?
    Öğrencilerin ilgisini çekme açısından?
    Sunulan uygulamaların organizasyonu açısından?
    Öğrencilerin katılımını sağlama açısından?
    Okul açısından?
    Öğretmen açısından?

EK H ÖA1' in Geliştirdiği Ders Planı

A.BİÇİMSEL BÖLÜM
Dersin Adı: Matematik
Sınıf: 8
Süre: 1 ders saati
Öğretim Strateji-Yöntem ve Teknikleri: Matematiksel modelleme, soru-cevap, tartışma.
Öğrenme Alanı: Geometri
Alt Öğrenme Alanı: Geometrik Cisimlerin Yüzey Alanı
Kazanım: Dik prizmaların yüzey alanı bağıntısını oluşturur.
Kaynak: MEB 8. Sınıf Matematik Ders Kitabı, İnternet

B.HAZIRLIK
-Üçgen Prizma Nedir? Hangi Geometrik Şekillerden Oluşur?
-Piramit Nedir? Hangi Geometrik Şekillerden Oluşur?
-Çevrenizden Üçgen Prizma Ve Piramit Örnekleri Verebilir Misiniz?
-Elinizde Küp Şeklinde Bir peynir olsa bu peyniri keserek üçgen dik prizma veya piramit elde edebilir misiniz? Nasıl?

C.İŞLENİŞ

HAYDAR PAŞA TREN İSTASYONU

Haydar Paşa tren istasyonu 2525 m^2 lik alana oturmuştur ve çatısının inşasında 6200 m^2 lik kaplama malzemesi kullanılmıştır. Haydar Paşa tren istasyonu İstanbul' un Anadolu' ya ve Orta Doğu' ya açılan ilk kapısıdır. 30 Mayıs 1906 yılından bu yana hizmet vermektedir.

28 Kasım 2010 tarihinde çıkan yangında, Haydar Paşa tren istasyonunun bazı kısımları yanmıştır. Eğer çatının yanan kısmını tasarlayacak mühendis olsaydınız, nasıl tasarlardınız? Tasarladığınız çatı hangi geometrik şekle benzerdi? Tasarlanan çatı, özel bir kaplama malzemesi ile kaplanacaktır. Malzemenin m^2 si 1TL' dir. Buna göre tasarlayacağınız çatının maliyeti ne kadar olacaktır?

EK I ÖA2' nin Geliştirdiği Ders Planı

A. BİÇİMSEL BÖLÜM
Ders: Matematik
Sınıf: 8
Süre: 1 ders saati
Öğretim Strateji-Yöntem ve Teknikleri: Soru-cevap, tartışma, matematiksel modelleme.
Öğrenme Alanı: Cebir
Alt Öğrenme Alanı: Denklemler
Kazanımlar: Doğrusal denklem sistemlerini cebirsel yöntemlerle çözer.
Doğrusal denklem sistemlerini grafikleri kullanarak çözer.

B. HAZIRLIK

PALANDÖKEN ZİRVESİNDE HAVA SICAKLIĞINI BULALIM☺

Bir grup dağcı yer seviyesinden 3200 m yükseklikteki Palandöken dağının zirvesine ulaşmak amacıyla ödüllü bir yarışmaya katılıyor. Dağcılar ön keşif yaparak şu bilgilere ulaşmışlardır:

- ✓ *Yer seviyesinde sıcaklık 29^0 C, 700 m yükseklikte sıcaklık 22^0 C, 2000 m yükseklikte sıcaklık 14^0 C, 2400 m yükseklikte ise sıcaklık 12^0 C olmaktadır.*
- ✓ *1000 m yükseklik kritik nokta olup sıcaklık bu yüksekliğin altında ve üstünde düzenli olarak düşmektedir.*

Dağcılar yer seviyesinden 800 m ve 3000 m yukarıda kamp alanı kurmayı planlamışlardır ancak soğuktan korunabilmek için kamp alanlarında hava sıcaklığını bilmek zorundadırlar. Verilen bilgiler doğrultusunda kamp alanlarındaki hava sıcaklığını bulunuz.

C. İŞLENİŞ

PALANDÖKEN ZİRVESİNDE HAVA SICAKLIĞINI BULALIM☺

ÖN KEŞİF BİLGİLERİ

- ✓ Yer seviyesinde sıcaklık 29^0 C,
- ✓ 700 m yükseklikte sıcaklık 22^0 C,
- ✓ 2000 m yükseklikteki bir köyde sıcaklık 14^0 C,
- ✓ 2400 m yükseklikte ise sıcaklık 12^0 C olmaktadır.
- ✓ 1000 m yükseklik kritik nokta olup sıcaklık bu yüksekliğin altında ve üstünde düzenli olarak düşmektedir.

Dağcıların ön keşif yaparak ulaştıkları bilgileri kullanarak;

a) 1000 m' nin altında hava sıcaklığının değişimini açıklayan doğrusal denklemi bulunuz ve bu denklemin grafiğini çiziniz.

b) 1000 m' nin üstünde hava sıcaklığının değişimini açıklayan doğrusal denklemi bulunuz ve bu denklemin grafiğini çiziniz.

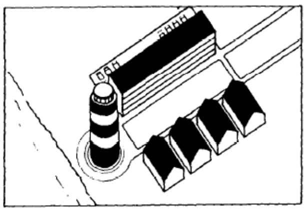
c) 1000 m' nin neden kritik nokta olduğuna dair matematiksel bir gerekçe veriniz.

d) Palandöken Dağı' nın zirvesinde hava sıcaklığını bulunuz.

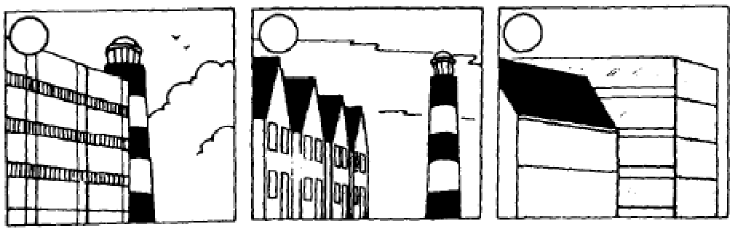
EK J ÖA3' ün Geliştirdiği Ders Planı

A.BİÇİMSEL BÖLÜM
Dersin Adı: Matematik
Sınıf: 8
Süre: 1 Ders saati
Öğretim Strateji-Yöntem ve Teknikleri: Matematiksel modelleme, soru-cevap, tartışma.
Öğrenme Alanı: Geometri
Alt Öğrenme Alanı: İz Düşümü
Kazanım: Bir küpün, bir prizmanın belli bir mesafeden görünümünün perspektif çizimini yapar.

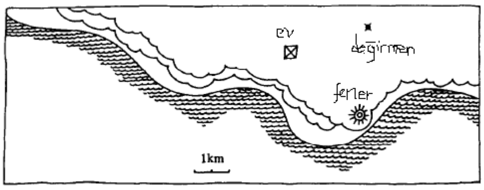
B. HAZIRLIK



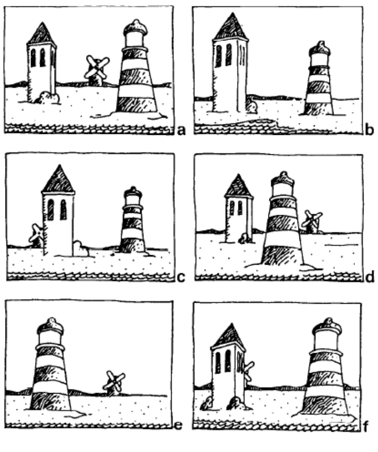
Yukarıda bir fabrikanın resmi verilmektedir. Bu resme göre aşağıdaki resimleri inceleyiniz. Sizce bu resimler nereden çekilmiş olabilir? Düşüncenizi açıklayınız.



C.İŞLENİŞ



Yukarıdaki resimde bir adanın haritası verilmiştir. Gemide bulunan bir yolcu seyahat halindeyken karadaki yapıların fotoğrafını çekmiştir. Fotoğrafları incelerken elinden düşürmüş ve çekilme sırası karışmıştır. Aşağıdaki 6 fotoğrafı çekim sırasına göre düzenleyebilir misiniz?



EK K ÖA4’ ün Geliştirdiği Ders Planı

A. BİÇİMSEL BÖLÜM
Dersin Adı: Matematik
Sınıf: 8
Süre: 2 ders saati
Öğretim Strateji-Yöntem ve Teknikleri: Matematiksel modelleme, soru-cevap, tartışma.
Öğrenme alanı :Cebir
Alt öğrenme alanı: Denklemler
Kazanım: Doğrunun grafiğini modelleriyle açıklar.

B. HAZIRLIK

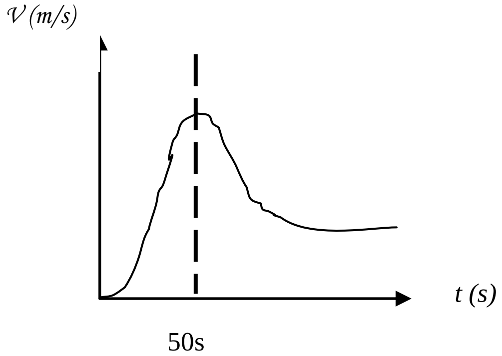
1) **<u>Öncelikle öğrencilerle aşağıdaki durumlar tartışılır;</u>**
a- Uçaktan atlayan paraşütçülerin yeryüzüne doğru hareket etmesini sağlayan nedir?
b- Paraşütçünün yere düşünceye kadarki sürati hakkında ne söylenebilir?
c- Paraşütün açılması, paraşütçünün hareketini nasıl etkilemiştir?

2) Öğrencilere çizgi grafiğinin tanımı ve önemi verilir. Sonrasında aşağıdaki soru yöneltilir ve çözüm süreci birlikte gerçekleştirilir

—**Araştırmalar** sonucu elde edilen bilgilerin çizgi ile ifade edilerek gösterilmesine çizgi grafiği denir. Çizgi grafikleri bir veya daha fazla faktörün zaman içindeki değişimini göstermek için kullanılır Hız-Zaman grafiklerinde çoğunlukla çizgi grafiklerinin kullanıldığı vurgulanır

Uçaktan atlayan paraşütçülerin yeryüzüne doğru hareketlerinde, atladıkları ilk andan yere konuncaya kadar olan hızlarını çizgi grafiği ile gösterelim…

Paraşütçülerin ilk anda hızları yoktur. Uçaktan atladıktan sonra paraşütlerini açana kadar hızlanacaklar ve sonrasında hızları yüksek oranda düşecek ve sabit bir hızla yere konacaklar. 50sn sonra paraşütlerini açtıklarını varsayarsak paraşütçülerin hız zaman grafiği aşağıdaki gibi olur.



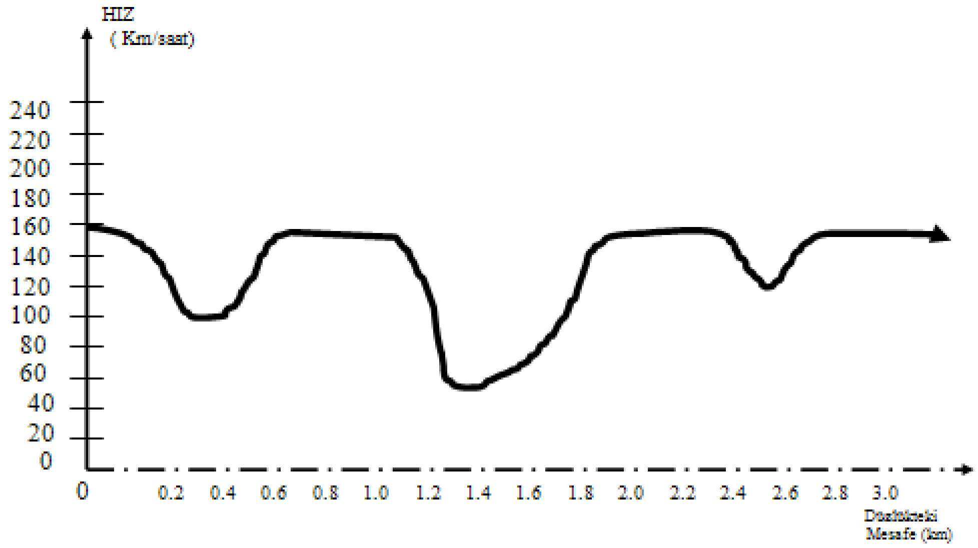
C. İŞLENİŞ
Bu kısımda öğrencilere; yakın zamanda meydana gelen ve gündemi bir süre meşgul eden, akli dengesi bozuk 18 yaşındaki bir gencin Atatürk havalimanı pistine girerek gökyüzünde iniş için hazırlık yapan uçakların inişlerini tehlikeye atarak bir süre gökyüzünde bekletilmesine neden olan durum hatırlatılır ve bu olay üzerinden etkinliğe giriş yapılır.

<u>1. SORU:</u>
Gökyüzünde iniş için alçalmakta olan bir yolcu uçağına kuleden aniden bir uyarı gelir. Uyarıda pilotlara pistin iniş için uygun olmadığı, uçağı tekrar yükseltmeleri gerektiği ve ikinci bir uyarıya kadar bir süre pist etrafında sabit bir hızda kalarak daireler çizmesi istenir.Kısa bir süre sonra kuleden ikinci anons gelir ve artık pistin güvenli bir iniş için uygun olduğu söylenmektedir.Pilotlar bu anonsu duyduktan sonra uçağı iniş için tekrar hazırlar ve uçak yeryüzüne doğru alçalmaya başlar ve güvenli bir şekilde iniş tamamlanmış olur.

İlk uyarı T1 ikinci uyarı T2 zamanında geldiğine göre bu uçağın başlangıçtan piste inene kadar olan zamanda hız-zaman grafiği nasıl olur?

2. SORU:

Aşağıdaki grafik bir yarış arabasının ikinci tur sırasında pistin 3kmlik bir bölümündeki hızını göstermektedir.



Bu verilere göre;

a) En uzun düz bölüm başlangıç noktasından ne kadar uzaklıktadır?

a. 0.5 km
b. 1.5 km
c. 2.3 km
d. 2.6 km

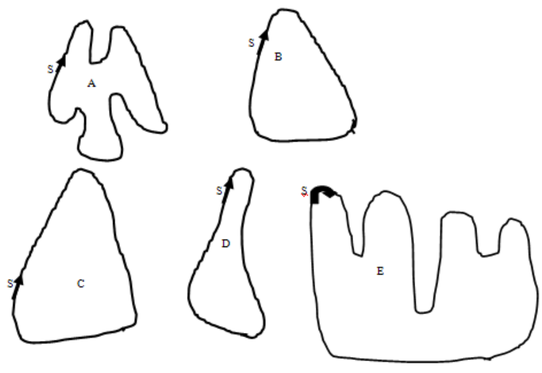
b) İkinci turda kaydedilen en az hız nerededir?

a. Başlama noktasında
b. 0.8 km'de
c. 1.3 km'de
d. Yolun yarısı civarında

c) Arabanın 2.5 km ile 2.8 km arasındaki hızı hakkında ne söyleyebiliriz?

a. Arabanın hızı sabit kalmıştır
b. Arabanın hızı artmıştır
c. Arabanın hızı azalmıştır
d. Grafikteki verilere göre arabanın hızı hakkında bir şey söylenemez

d) Aşağıda yarışların yapıldığı 5 pist şekli görüyorsunuz. Grafikte verilen araç, buradaki pistlerin hangisinde yarışmış olabilir?



EK L ÖA5’ in Geliştirdiği Ders Planı

A. BİÇİMSEL BÖLÜM

Ders: Matematik
Sınıf: 7
Süre: 1 ders saati
Öğretim Strateji-Yöntem veTeknikleri: Problem Çözme, soru-cevap, matematiksel modelleme.
Öğrenme Alanı: Sayılar
Kazanım: Rasyonel ve ondalık sayılarla ilgili problemler çözer ve kurar

B.HAZIRLIK

-Ondalık sayılarda toplama, çıkarma, çarpma ve bölme işlemleri nasıl yapılır?
-Uzunluk ölçüleri nelerdir?
- Haritalarda gerçek uzunluk nasıl belirlenir?

C. İŞLENİŞ

SEYAHAT PLANI

Berke ailesiyle bir haftalık tatil için araç kiralayarak Ankara’ dan Antalya’ ya gidecek.Babası Berke’ ye Antalya’ ya gitmek için birkaç yol ve araç seçenekleri olduğunu fakat hangilerinin daha ekonomik olduğu konusunda kararsız olduğunu söyledi. Yol seçenekleri haritada, araç seçenekleri ile ilgili bilgiler de aşağıdaki tabloda verilmiştir. Berke’ ye en ekonomik yol ve aracı belirlemek konusunda yardımcı olabilir misiniz?

	Günlük kira bedeli	Yakıt türü ve litre fiyatı	100 km de ortalama yakıt tüketimi
1. araç	80 lira	Dizel 2.5 lira	5.5 lt
2. araç	55 lira	Benzin 2.9 lira	9 lt
3. araç	65 lira	LPG 1.5 lira	10 lt

EK M ÖA6' nın Geliştirdiği Ders Planı

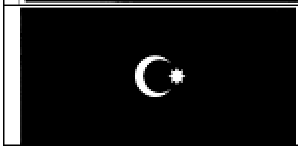
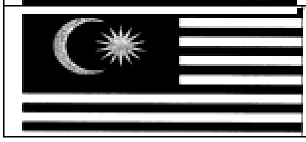
A. BİÇİMSEL BÖLÜM
Ders: Matematik
Sınıf: 8
Süre: 1 ders saati
Öğretim Strateji-Yöntem ve Teknikleri: Problem çözme, soru-cevap, matematiksel modelleme.
Öğrenme Alanı: Geometri
Kazanım: Dik koninin yüzey alanını hesaplar.

B.HAZIRLIK
Türkiye bayrağındaki yıldız boyanacaktır. Ne kadarlık alanı boyayabiliriz?
1. Yıldız hangi geometrik şekillerden oluşur?
2. Bu soruyu çözmek için hangi bilgilere ihtiyaç vardır?
3. Yıldız köşelerinden birleştirildiğinde oluşan geometrik şekil nedir?

C. İŞLENİŞ

ÇALIŞMA YAPRAĞI

Yıldızları köşelerinden birleştirdiğimizi düşünerek; üçgenin yüksekliği h ve tabandaki çokgenin bir kenar uzunluğu a olmak üzere tabloyu doldurunuz.

Ülkelerin Bayrakları	Tabandaki Çokgenin Adı	Tabandaki Çokgenin Çevre Uzunluğu	Üçgenlerin Sayısı	Yanal Alan
				
				
				
				

Tablodaki kenar sayısını sonsuz arttırdığımızı düşünürsek oluşan geometrik cismin yüzey alanı nasıl hesaplanır? (Matematiksel olarak ifade ediniz. Tablodaki verilerden yararlanabilirsiniz.)

EK N ÖA7' nin Geliştirdiği Ders Planı

A.BİÇİMSEL KISIM
Dersin Adı: Matematik
Sınıf: 8
Süre:1 ders saati
Öğretim Strateji-Yötem ve Teknikleri: Matematiksel Modelleme, soru-cevap, tartışma.
Öğrenme Alanı: Geometri
Alt Öğrenme Alanı: Geometrik cisimlerin yüzey alanı
Kazanım: Dik piramidin yüzey alan bağıntısını oluşturur.

B.HAZIRLIK
Herkesin merak ettiği ve hala gizemini korumakta olan piramitleri hepimiz duymuş ve fotoğraflarını görmüşüzdür. Bu esrarengiz yapıların yapıldığı dönemde gelişmiş teknoloji ve matematik tam anlamıyla yoktu.
-Sizce bu yapılar nasıl inşa edilmiş olabilir?
-Piramit hangi geometrik şekillerden oluşmuştur?
-Piramidin tabanı kare olmak zorunda mı?
Günümüzde **Louvre Piramidi,** Paris'teki Louvre Müzesi'nin avlusunda bulunan cam ve metalden oluşturulmuş piramittir.

C.İŞLENİŞ

Yukarda görülen Louvre piramidini Türkiye'de yapılmasını isteyen bir şirket vardır. Bu şirket bir mimarla anlaşıyor ancak mimara iki teklif sunuluyor. Mimarımız bu iki teklifi de inceleyerek en az maliyetle piramidi inşa ediyor.
Mimara sunulan iki teklif şöyledir:
a)Piramidin tabanı kare, tabanın bir kenar uzunluğu a, piramidin yüksekliği h_p olmak üzere yan yüzeyler camla kaplanacaktır. Camın metrekaresi 10 TL dir.
$a = 24\ m$
$h_p = 16\ m$
b)Piramidin tabanı dikdörtgen, tabanın kenar uzunlukları a ve b, piramidin yüksekliği h_p olmak üzere yan yüzeyler camla kaplanacaktır. Camın metrekaresi 10 TL dir.
$a = 24\ m$
$b = 30\ m$
$h_p = 16\ m$
Sizce mimar hangi piramidi inşa etmiştir

<u>Sorular</u>
1. En az maliyetle bu piramit inşa edilecekse hangi seçenek tercih edilmelidir?
2. Bu soruyu çözebilmek için hangi bilgilere ihtiyaç vardır?
3. Verilen bilgiler bu soruyu çözmede yeterli midir?
4. Yan yüzeylerdeki üçgenlerin her iki durumda büyüklükleri eşit midir?
5. Çözümünüzü matematiksel olarak ifade ediniz?

EK O ÖA8' in Geliştirdiği Ders Planı

A. BİÇİMSEL BÖLÜM
Dersin Adı: Matematik
Sınıf: 6
Süre: 1 ders saati
Öğretim Strateji-Yöntem ve Teknikleri: Matematiksel Modelleme, soru-cevap, tartışma.
Öğrenme alanı: Sayılar
Alt öğrenme alanı: Ondalık Kesirler
Kazanım: Ondalık kesirleri, belirli bir basamağa kadar yuvarlar.

B. HAZIRLIK

- Çok sevdiğiniz, giymekten hoşlandığınız veya size şans getirdiğine inandığınız bir kıyafetiniz var mı?

Akşam bir yakınımızın düğünü var ve siz bu düğüne en şok sevdiğiniz kıyafetinizi giyip gitmek istiyorsunuz. Fakat düğün sabahı fark ettiniz ki bu kıyafet kirlenmiş. Annenize onu yıkamasını söylediz ama kıyafetin akşama kadar kurumama ihtimali yüksek. Üstelik hava da biraz serin. Akşam olduğunda anneniz size kıyafetinizin kuruyup kurumadığını sordu.

-Kıyafetinizin sadece bir kısmı ya da yarısından az kısmı ıslak ise annenize ne cevap verirsiniz? Neden?

-Kıyafetinizin yarısı ıslak ise ne cevap verirsiniz? Neden?

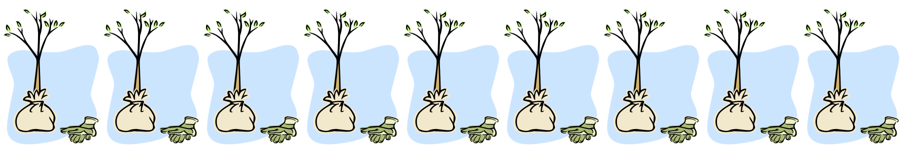
-Kıyafetinizin yarısından fazlası ıslak ise ne cevap verirsiziz? Neden?

C. İŞLENİŞ

Problem Durumu:

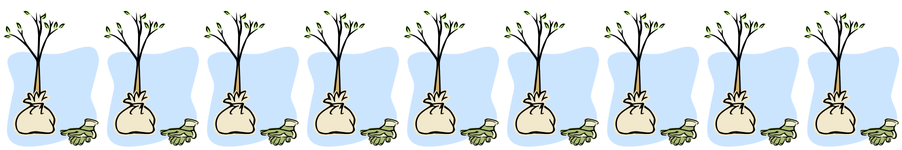
Bir bahçıvan her gün yeni diktiği fidanlarını sulamaktadır. Bir fidanın günlük su ihtiyacı 0,5 litredir. Bahçıvan her ağacın dibine 0,5 litre su yetmesine rağmen 1 litre su dökmektedir.

a) Bahçıvanın elinde 5,2 litre su bulunduğuna göre bahçıvan tam olarak kaç tane ağaç sulayabilir? ....



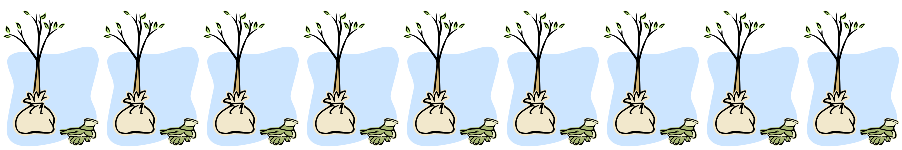
... … … … … … … … …

b) Eğer 5,7 litre olsaydı kaç tane ağaç sulayabilirdi? ....



... … … … … … … … …

c) Elinde 7,2 litre su olsaydı kaç tane sulayabilirdi? …………..



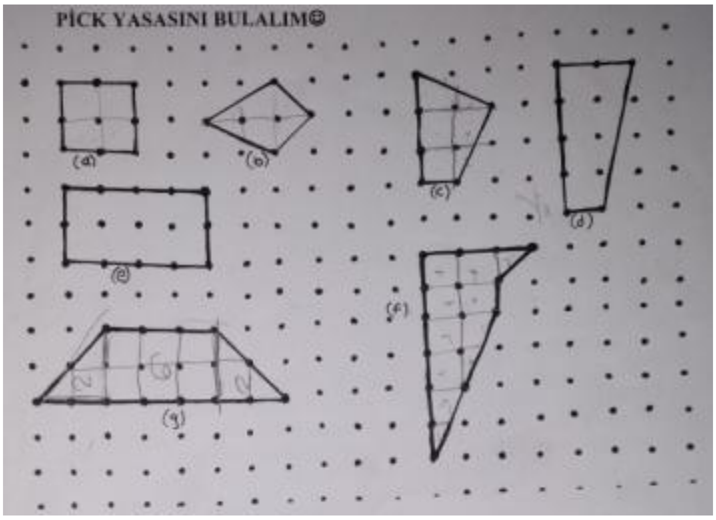
... … … … … … … … …

EK P ÖA9' un Geliştirdiği Ders Planı

A.BİÇİMSEL BÖLÜM
Dersin Adı: Matematik
Sınıf: 7
Süre: 1 ders saati
Öğretim Strateji-Yöntem ve Teknikleri: Matematiksel modelleme, tartışma ve soru-cevap.
Öğrenme Alanı: Geometri
Alt Öğrenme Alanı: Dörtgensel Bölgelerin Alanları
Kazanım: Dörtgensel bölgelerin alanlarını strateji kullanarak tahmin eder.

B.HAZIRLIK
1. Alan nedir? Alan ölçü birimleri nelerdir?
2. Oturduğunuz sıranın yüzey alanı sizce ne kadardır? Tahmin ediniz.
3. Sınıf tahtasının yüzey alanı kaç cm^2 dir?

C. İŞLENİŞ



*Uygulamaya katılan bir öğrenci grubunun çalışma kağıdından alıntı yapılmıştır.

PICK fabrikasına hoş geldiniz ☺
Dörtgensel bölgenin **içindeki noktalar** ve **çevresindeki noktalar** fabrikamızın hammaddeleridir. Sizden istenen bu hammaddeleri kullanarak bütün dörtgensel bölgelerin alanlarını hesaplamaya yarayan **alan bir formülü** elde etmenizdir.

Dörtgensel bölge	İçindeki nokta sayısı	Çevresindeki nokta sayısı	Alan
A			
B			
C			
D			
E			
F			
G			

EK R ÖA10’ un Geliştirdiği Ders Planı

A. BİÇİMSEL BÖLÜM
Sınıf: 7
Süre: 1 ders saati
Öğretim Strateji-Yöntem ve Teknikleri: Soru-cevap, tartışma, matematiksel modelleme.
Öğrenme Alanı: Ölçme
Alt Öğrenme Alanı: Dörtgensel Bölgelerin Alanı
Kazanımlar: Kenar uzunluğu ile alan arasındaki ilişkiyi açıklar.
Çevre uzunluğu ile alan arasındaki ilişkiyi açıklar.

B. HAZIRLIK
Hepinizin evde ayrı odası var mı? Odanız yeterli miktarda Güneş ışığı alıyor mu? Odanızın bolca Güneş ışığı almasını için hangi pencereyi seçersiniz?

C. İŞLENİŞ
1) Odanız için 4 farklı pencere modeli verilmektedir. Buna göre;

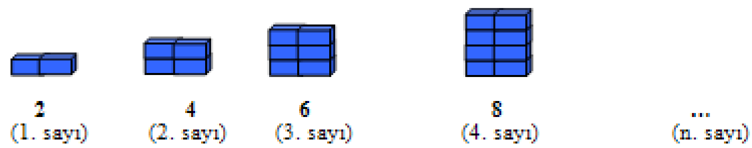
a. Pencereleri en fazla Güneş ışığı alandan en az Güneş ışığı alana doğru sıralayınız.
b. Bir kenar uzunlukları aynı olan pencerelerin Güneş ışığı alma miktarlarını karşılaştırınız.

2) Aşağıda verilen pencerelerin çevre uzunluklarıyla Güneş ışığı alma miktarları arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

EK S ÖA11' in Geliştirdiği Ders Planı

A.BİÇİMSEL BÖLÜM
Dersin Adı: Matematik
Sınıf: 7
Süre: 2 ders saati
Öğretim Strateji -Yöntem ve Teknikleri: Tartışma, soru cevap tekniği, matematiksel modelleme.
Öğrenme Alanı: Cebir
Alt Öğrenme Alanı: Örüntüler ve İlişkiler
Kazanım: Sayı örüntülerini modelleyerek bu örüntülerdeki ilişkiyi harflerle ifade eder.

B. HAZIRLIK



Sayının örüntüdeki sıra numarası	Sayı için kullanılan küp sayısı	Sayı ile kullanılan küp arasındaki sayısal ilişkiler		
		1. seçenek	2. seçenek	Diğer
1	2	1+1=2	2·1=2	...
2	4	2+2=4	2·2=4	...
3	6	3+3=6	2·3=6	...
4	8	4+4=8	2·4=8	...
...	...	...	...	....
n	...	n+n	2.n=2n	...

C. İŞLENİŞ:

PROBLEM (1884-Gilliand) :

5 abone operatör aracılığı olmadan karşılıklı telefon görüşmesi yapmak istemektedir. Her abone diğer abonelerle görüşebilmelidir. Bunun için nasıl bir sistem geliştirilebilir.

EK T ÖA12’ nin Geliştirdiği Ders Planı

A.BİÇİMSEL BÖLÜM
Dersin Adı: Matematik
Sınıf: 8
Süre: 1 ders saati
Öğretim Strateji-Yöntem ve Teknikleri: Matematiksel modelleme, tartışma ve soru-cevap.
Öğrenme Alanı: Geometri
Alt Öğrenme Alanı: Geometrik Cisimler
Kazanım: Çizimleri verilen yapıları çok küplülerle oluşturur, çok küplülerle oluşturulan yapıların görünümlerini çizer.
Araç -Gereç: A4 Kağıdı, İzometrik Kağıt, Kalem, Silgi

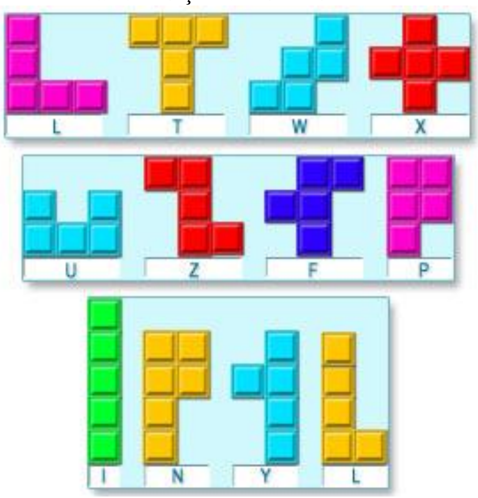
B. HAZIRLIK

Öğrencilere mimarlık mesleği hakkında ne bildiklerini öğrenebilmek için sorular sorulur. Aşağıdaki fotoğraf tahtaya asılır. Bu fotoğraf, inşa edilecek bir evin maketidir.

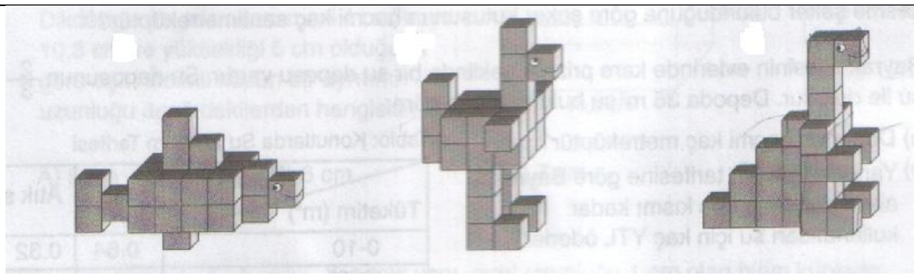
Daha sonra öğrencilere şu sorular yöneltilir:
Bu zamana kadar öğrendiğiniz matematiksel bilgilerle bu binayı inşa edebilir misiniz?
Hangi bilgilere ihtiyaç vardır?
Bu maket hangi geometrik şekiller kullanılarak inşa edilmiş olabilir?

C. İŞLENİŞ:

TETRİS VE ÜÇ BOYUTLU YAPILAR



1) Yukarıda tetris oyunlarında gördüğünüz şekiller yer almaktadır. Bu şekiller birim küplerle oluşturulmuş üç boyutlu yapılardır. Ön yüzden görünümleri verilen çok küplülerle oluşturulmuş bu yapıların üç boyutlu halini izometrik kâğıda çiziniz.



a b c

2) Yukarıdaki çok küplülerden oluşan yapıları inşa edebilmek için tetris oyununda verilen şekillerinden hangilerini kullanırsınız? Gerekirse birim küpleri azaltarak ya da arttırarak şekilleri düzenleyebilirsiniz. Düşüncelerinizi açıklayınız.

3) Tetris oyununda verilen şekilleri kullanarak siz de bir çok küplü yapı oluşturunuz ve bu yapının görünümünü izometrik kâğıda çiziniz.

EK U ÖA13' ün Geliştirdiği Ders Planı

A. BİÇİMSEL BÖLÜM
Dersin Adı: Matematik
Sınıf: 7
Süre: 1 ders saati
Öğretim Strateji-Yöntem ve Teknikleri: Problem çözme, matematiksel modelleme, tahmin stratejileri, yaratıcı düşünme.
Öğrenme alanı: Geometri
Alt öğrenme alanı: Geometrik Cisimler
Kazanım: Dik dairesel silindirin yüzey hacmi ile ilgili problemleri çözer ve kurar.

B. HAZIRLIK
Çevrenizden silindir örnekleri verebilir misiniz?

C. İŞLENİŞ

Elektrik Direği Etkinliği

Bir firma Balıkesir Belediyesi' nin düzenlediği Edremit caddesi üzerindeki elektrik direklerinin yenilenme ihalesini kazanmıştır. Firma görevlileri öncelikle gerekli mesafeyi ölçecekler ardından uygun direk seçimi yapacaklardır. Daha sonra bu direkleri üretip dikeceklerdir. Direk dikme işlemleri Deve Loncası' ndan başlayıp Ekilmiş Düğün Salonu' nun bulunduğu yere kadar devem edecektir. Dikilebilecek direk tipleri aşağıdaki gibidir.

Beton direk çeşitleri	Direk boyları	Kaç metre arayla dikileceği
1. tip direk	9 m	40 m
2. tip direk	10 m	50 m

Buna göre firma hangi boyda direk üretmelidir? Neden?

Bu direkler için ne kadar beton harcanmıştır?

EK Ü ÖA14’ ün Geliştirdiği Ders Planı

A. BİÇİMSEL BÖLÜM
Ders: Matematik
Sınıf: 7
Süre: 2 ders saati
Öğretim Strateji-Yöntem ve Teknikler: Modellemeye dayalı öğretim, soru cevap, tartışma, tahmin stratejileri.
Öğrenme Alanı: Ölçme
Alt Öğrenme Alanı: Dörtgensel Bölgelerin Alanı
Kazanımlar: Dörtgensel bölgelerin alanlarını strateji kullanarak tahmin eder.

B. HAZIRLIK

- Alan nedir? Alan ölçü birimleri nelerdir?
- Sıranın yüzey alanı, tahtanın yüzey alanı sizce ne kadardır?

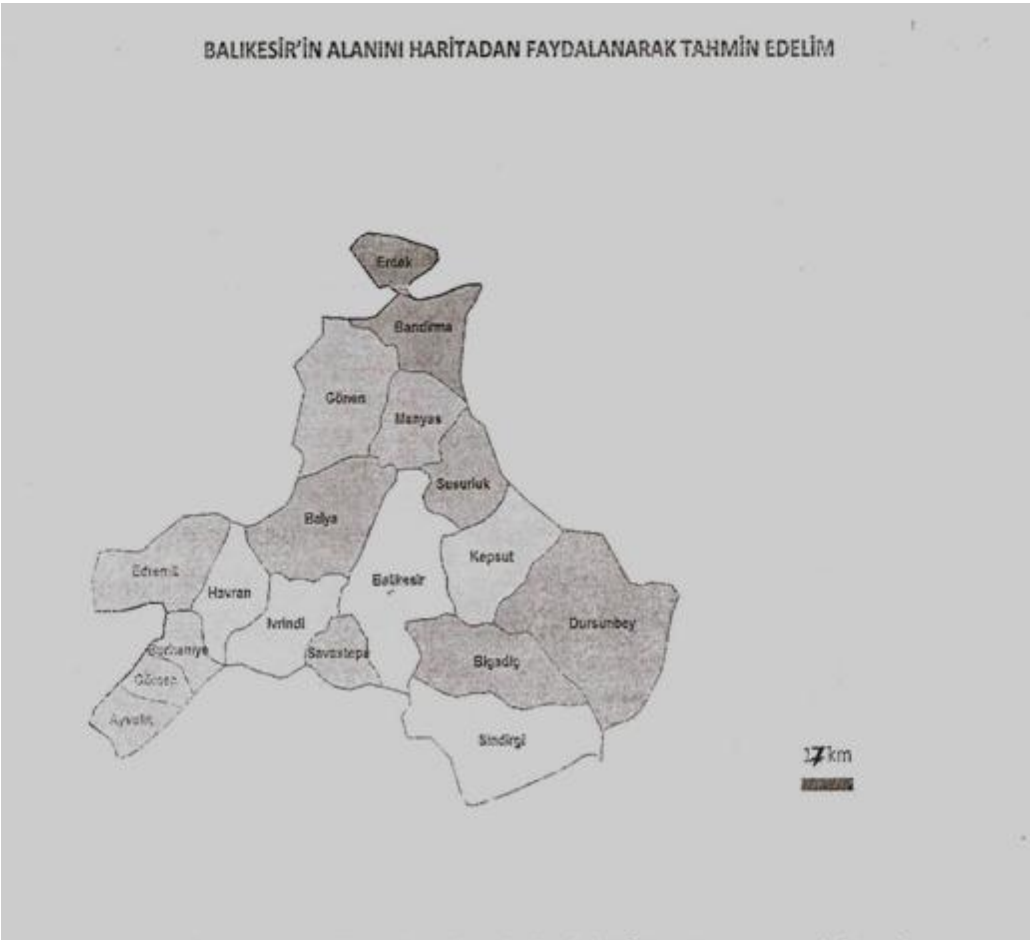
C. İŞLENİŞ

EK V ÖA15’ in Geliştirdiği Ders Planı

A.BİÇİMSEL BÖLÜM
Dersin Adı: Matematik
Sınıf: 6
Süre: 1 ders saati
Öğretim Strateji-Yöntem ve Teknikleri: Matematiksel modelleme , soru cevap , problem çözme, tahmin stratejileri.
Öğrenme Alanı: Ölçme
Alt Öğrenme Alanı: Alan Ölçme
Kazanım: Düzlemsel bölgelerin alanlarını strateji kullanarak tahmin eder

B.HAZIRLIK
1. Alan nedir? Alan ölçü birimleri nelerdir?
2. Oturduğunuz sıranın yüzey alanı sizce ne kadardır? Tahmin ediniz.
3. Sınıf tahtasının yüzey alanı kaç cm^2 dir?
4. Haritada 1 cm uzunluk gerçekte 10km uzunluğu göstermektedir? Bu haritaya göre bir kenar uzunluğu 2 cm olan kare şeklindeki bir bölgenin alanı gerçekte kaç km^2 dir?

C.İŞLENİŞ



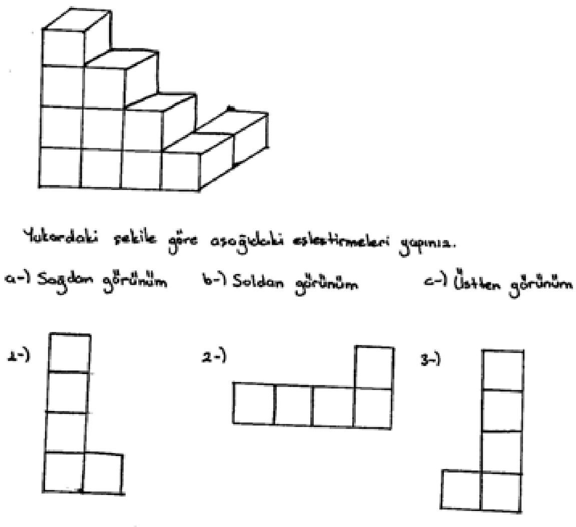
EK Y ÖA16’ nın Geliştirdiği Ders Planı

A. BİÇİMSEL BÖLÜM
Ders: Matematik
Sınıf: 6
Süre: 2 ders saati
Öğretim Strateji-Yöntem ve Teknikleri: Matematiksel modelleme, soru-cevap, tahmin stratejileri.
Öğrenme Alanı: Geometri
Alt Öğrenme Alanı: Geometrik Cisimler
Kazanım: Eş küplerle oluşturulmuş yapıların farklı yönlerden görünümlerini çizer.
Araç -Gereç: A4 Kağıdı, İzometrik Kağıt

B.HAZIRLIK
-*Çevrenizden 3 boyutlu cisimler için örnek verebilir misiniz?*
Çevredeki bir örnekten yola çıkarak farklı yönlerden görünümleri sorulur.

C. İŞLENİŞ

1.

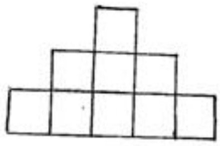


2.

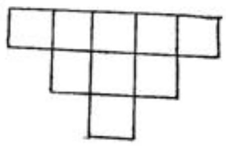
1	1	1	1	1
1	2	2	2	1
1	2	3	2	1
1	2	2	2	1
1	1	1	1	1

Kullanılan birim küp sayısı verilen şeklin ön görüntüsü hangisidir?

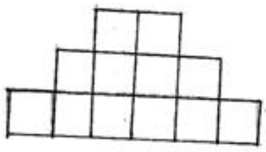
a-)



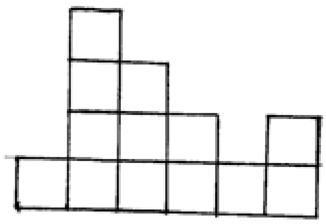
b-)



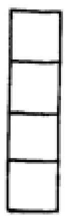
c-)



3.



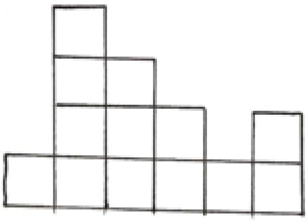
Ön görüntüsü



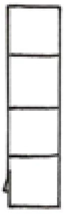
Sağ görüntüsü

Yukarıda önden ve sağdan görüntüleri verilmiş olan yapıyı birim küpler kullanarak çiziniz.

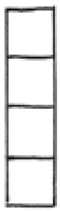
4.



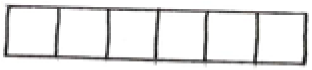
Ön görüntüsü



Sag görüntüsü



Sol görüntüsü



Üstten görüntüsü

Yukarıda önden, sağdan, soldan ve üstten görüntüleri verilmiş olan yapıyı birim küpler kullanarak çiziniz.

EK Z ÖA17' nin Geliştirdiği Ders Planı

A.BİÇİMSEL BÖLÜM
Dersin Adı: Matematik
Sınıf: 7
Süre: 1 ders saati
Öğretim Strateji-Yöntem ve Teknikleri: Problem çözme, matematiksel modelleme, tahmin stratejileri.
Öğrenme Alanı: Geometri
Alt Öğrenme Alanı: Daire ve Daire Diliminin Alanı
Kazanımlar: Dairenin ve daire diliminin alanını tahmin eder ve alan bağıntısı oluşturur.
Dairenin ve daire diliminin alanı ile ilgili problemleri çözer ve kurar.

B. HAZIRLIK
-Alan nedir?
-Çevre nedir?
-Alan ve çevre arasındaki farklar nelerdir?

C.İŞLENİŞ

PİZZAAAA!

Misafirliğe giderken elimizde mutlaka birşeylerle gitme zorunluluğu hissederiz. Bugün gideceğiniz yerde siz dahil 8 kişi var. herkese eşit miktarda pizza dilimi düşecek. Pizzanın tamamını aynı kutuya koyacağız ama şekilde görüldüğü gibi pizzamız bir bütün halinde pakete sığmıyor.

Paralelkenar şeklindeki kutunun tabanında boş yer kalmayacak şekilde pizzayı nasıl yerleştirebiliriz?

Kutunun taban alanı ile pizzanın büyüklüğü arasında nasıl bir ilişki vardır? (Yanıtınızı matematiksel gerekçelerle açıklayınız.)