



Interdisciplinary Mathematical Modeling Activities as a Transitional Tool for STEM Education: Teacher and Student Opinions

Yunus Güder¹, Ramazan Gürbüz^{2*}

¹ PhD student, Adiyaman University, Institute of Science, Adiyaman

² Adiyaman University Faculty of Education, Adiyaman

ARTICLE INFO

Article History:

Received
05.09.2018
Received in revised form
04.11.2018
Accepted
30.11.2018
Available online
30.11.2018

ABSTRACT

In this study, it has been tried to determine in the direction of teacher and student opinions whether the Interdisciplinary Modeling Activities (DAMOE) can be used as a tool in transitioning to STEM (Science, Technology, Education, Mathematics) education which is one of the new educational approaches today. This study was conducted with 2 teachers and 7 seventh grade students in a central school in the East Anatolia of Turkey by using interview technique. In the scope of the study, firstly, semi-structured preliminary interviews were conducted with the teachers about the relationship between disciplines and daily life and about interdisciplinary relationship. Secondly, the three interdisciplinary modeling activities (DAMOE) including learning areas of Mathematics and Science and Technology disciplines were applied to the students under the guidance of teachers. After the implementation, teachers and students were subjected to semi-structured final interviews within the context of the applicability of these activities / problems in the curriculum and what benefits students will get from solving these activities. In the findings, it was determined that DAMOEs improved students' interdisciplinary skills, that they could change attitudes toward disciplines positively, and that DAMOEs should be included in the school curriculum.

© 2018 AUJES. All rights reserved

Keywords: STEM Education, Interdisciplinary Modeling Eliciting Activities (IMEAs)

Extended Abstract

Purpose

STEM education is an educational approach that is developed for the purpose of educating individuals who have systematic thinking, critical point of view and the ability to transfer their learning to different problems. One of the most important tools for transition to STEM education is mathematical modeling. Mathematical modeling applications or Modeling Eliciting Activities (MEA) are composed of concepts belonging to different disciplines (Stohlmann, Moore, & Roehrig 2012). Modeling Eliciting Activities (MEA) is an open-ended

*Corresponding author's address: Adiyaman University, Faculty of Education, Adiyaman
e-mail: rgurbuz@outlook.com

interdisciplinary problem-solving activity that encourages students to set models to solve complex real-life problems and encourages them to test their established models. In MEAs, students clearly document their thought processes, consider the limitations, use science and mathematics knowledge in the solution process of the problem. In this context, the aim of this study is to determine whether Interdisciplinary Modeling Eliciting Activities (IMEAs) can be used in the transition to STEM education under the light of teachers and students view.

Method

In this study, semi-structured interview technique is used firstly in order to determine teacher pre-reviews about interdisciplinary relationship and the connection between disciplines and real life interdisciplinary relations and secondly to determine the last views of teachers and students about the practice. Before the development of modeling problems / activities, semi-structured pre-interviews were conducted with teachers in order to learn teacher reviews about the relationship between mathematics and science disciplines and daily life. Afterwards, three Interdisciplinary Modeling Eliciting Activities (IMEAs) which force students to think about mathematics and science and technology disciplines were developed by the researchers and Math Science and Technology teachers. After these practices, semi-structured final interviews were made with teachers and students about the implementation process, and teachers and students' opinions about IMEAs were tried to be determined.

Results

The findings of the semi-structured preliminary interviews with the teachers were discussed within the framework of "Disciplines and Real Life Connections" and "Interdisciplinary Relations". When the findings of "Disciplines and Real Life Connections" were examined, both teachers explained that they associate the disciplines with real life. When the findings of "Interdisciplinary Relations" were examined, the Mathematics Teacher indicated that all the courses were related to each other and stated that he felt a lack of materials to make the association. The Science and Technology teacher stated that the Science course is a mathematics-related course, and that mathematics is used in the calculations of formulas.

The findings of the semi-structured interviews with the teachers were presented in the framework of "The Benefit IMEAs to Students" the place of IMEAs in the Curriculum". When the findings obtained from "The Benefit of Solving IMEAs" were examined, both teachers stated that they did not see IMEAs before and that IMEAs developed interdisciplinary learning. When the findings of "IMEAs in the Curriculum" were examined, both teachers stated that IMEAs should be included in the curriculum.

After the application of IMEAs, students' opinions about these applications were tried to be determined. The findings of the interview with the students were presented under "The

Perception of IMEAs and Benefits of Solving IMEAs". When the findings were examined, the students stated that they had never seen IMEAs, and that IMEAs improved their ability of interdisciplinary association and their attitudes towards disciplines in a positive way.

Discussion

Teachers involved in the study process agree that disciplines should be associated with daily life. The special aims of the Primary Mathematics Curriculum published in 2018 include the training of individuals who can understand mathematical concepts and use these concepts in daily life (Ministry of Education, 2018). The two teachers who participated in the study process stated that they do interdisciplinary associations when handling the subjects. In the related literature, the importance of interdisciplinary association was mentioned and it was emphasized that the disciplines of mathematics and science and technology were interrelated and integrated, and that the relation between these two disciplines was the most related (Kesan and Kaya, 2008; Matthews, Adams and Goos, 2009; , 2017). It was determined that the teachers who participated in the study process encountered such comprehensive problems for the first time. Science and Technology teacher has explained by giving examples that IMEAs improve association skills. The mathematics teacher stated that such problems support interdisciplinary learning and that they can remove the prejudice to disciplines. When students' opinions were examined, it was determined that they had never met IMEAs before and that IMEAs developed interdisciplinary relationship skills and attitudes towards disciplines. IMEAs increased their self-confidence.

Conclusion

According to the opinions of teachers and students, it can be said that IMEAs are an important tool in STEM education. With IMEAs, students learned the concepts related to mathematics and science together. The students encountered such comprehensive problems for the first time.



STEM Eğitime Geçişte Bir Araç Olarak Disiplinler Arası Matematiksel Modelleme Oluşturma Etkinlikleri: Öğretmen ve Öğrenci Görüşleri

Yunus GÜDER¹, Ramazan GÜRBÜZ^{2*}

¹ Doktora Öğrencisi, Adıyaman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adıyaman

² Adıyaman Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Adıyaman

MAKALE BİLGİ

Makale Tarihi:
Alındı 05.09.2018
Düzeltilmiş hali
alındı 04.11.2018
Kabul edildi
30.11.2018
Çevrimiçi
yayınlandı
30.11.2018

ÖZET

Bu çalışmada günümüz yeni eğitim yaklaşımlarından biri olan STEM (Science, Technology, Education, Mathematics) eğitime geçişte Disiplinler Arası Model Oluşturma Etkinliklerinin (DAMOE) bir araç olarak kullanılıp kullanılmayacağı öğretmen ve öğrenci görüşleri doğrultusunda belirlenmeye çalışılmıştır. Görüşme tekniğinin kullanıldığı bu çalışma 2015-2016 eğitimi-öğretim yılında Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesindeki bir ilin merkez okulunda görev yapan 2 öğretmen (Matematik, Fen bilimleri) ile aynı okuldan seçilen yedi 7. sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Çalışma kapsamında ilk önce öğretmenlerle disiplinler ve günlük yaşamla ilişkileri, disiplinler arası ilişkilendirme konuları kapsamında yarı-yapılandırılmış ön görüşmeler yapılmış, daha sonra öğretmenler rehberliğinde öğrencilere Matematik ile Fen bilimleri disiplinlerinin öğrenme alanlarını içeren üç adet Disiplinler Arası Model Oluşturma Etkinlikleri (DAMOE) uygulanmıştır. Uygulama sonrasında öğretmen ve öğrencilerle bu etkinliklerin/problemlerin müfredatta uygulanabilirliği ve bu etkinlikleri çözenin öğrencilere ne gibi faydalar sağlayacağı konuları kapsamında yarı-yapılandırılmış son görüşmeler yapılmıştır. Elde edilen bulgularda DAMOE'lerin öğrencilerin disiplinler arası ilişkilendirme becerilerini geliştirdiği, disiplinlere olan tutumu olumlu yönde değiştirebileceği ve DAMOE'lerin okul müfredatında yer alması gerektiği görüşleri tespit edilmiştir.

© 2018 AUJES. Tüm hakları saklıdır

Anahtar Kelimeler: STEM Eğitimi, Disiplinler Arası Model Oluşturma Etkinlikleri

Giriş

Günümüzün dinamik ve dijital toplumlarında matematik, fen bilimleri, tıp, sosyal bilimler, finans, mühendislik, ekonomi ve daha birçok alan karmaşık sistemlerden oluşmaktadır. Birbirine bağlanmış anlaşılması güç parçalardan oluşan bir durum olan karmaşıklık, önemli bilimsel metodolojik gelişmelere yol açmıştır (Sabelli, 2006). Karmaşık sistemlerin yayılması ile birlikte iletişim, işbirliği ve kavramsallaştırma için yeni teknolojiler ortaya çıkmış ve bu teknolojiler karmaşık verileri üretme, analiz etme, üzerlerinde çalışma ve dönüştürme gibi sınıf ortamı dışında gerekli olan matematiksel ve bilimsel düşünme şekillerinde önemli değişikliklere yol açmıştır (English ve

*Sorumlu yazarın adresi: Adıyaman Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Adıyaman
e-posta: rgurbuz@outlook.com

Sriraman, 2010). Bu değişiklikler beraberinde yeni eğitim yaklaşımlarını getirmiştir. STEM (Science, Technology, Education, Mathematics) de bu eğitim yaklaşımlarından biridir. STEM eğitimi, günümüzde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında sistemli düşünen, eleştirel bir bakış açısına sahip, öğrendiklerini yeni ve farklı problemlere transfer etmelerini sağlayan bireyler yetiştirmeyi hedefleyen bir eğitim yaklaşımıdır. STEM eğitiminin temel amaçlarından biri bilimsel okur-yazar bireyler yetiştirmektir (Shaughnessy, 2013).

Birleşik Devletler İşgücü İstatistikleri Bürosu (2009), 2018'den itibaren gelecekte mesleklerin yüzde 80'inin teknolojiye ihtiyaç duyacağını, STEM disiplinlerinde 8.5 milyon işgücüne ihtiyaç duyulacağını belirtmiştir. STEM eğitimi, öğrencilerin problem çözücü, yenilikçi vae teknolojik olarak okur-yazar vatandaşlar olmasına yardımcı olabilir (National Academy of Sciences [NAS] 2014). Toplum teknoloji, mühendislik ve matematiğe daha fazla bağımlı hale geldiği için, öğrencilerin entegre STEM içeren bir eğitim alması giderek önem kazanmaktadır.

STEM eğitimi, başta Amerika Birleşik Devletleri (ABD) olmak üzere (Common Core State Standards Initiative, 2012) dünyanın birçok ülkesinde (Kore, Japonya, Almanya, Çin) ilkokullardan başlayarak ortaöğretim ve üniversitelerde uygulanmaya başlanmıştır. STEM Eğitimi Koalisyonu (Education Coalition) gibi STEM eğitiminde bir çatı görevi üstlenen, STEM eğitime yön veren ve bu kapsamda politika geliştiren kuruluşlar bulunmaktadır (Akgündüz vd, 2015). Ayrıca ABD Ulusal Mühendislik Akademileri Mühendislik için Büyük Zorluklar gibi diğer girişimler de STEM katılımını ilerletme çabalarına katkıda bulunmaktadır (NAS, 2012). Tıpkı ABD gibi Avustralya da STEM eğitime önem vermektedir. Son yıllarda yayınlanan raporlar, yenilikçi, buluşçu ve ekonomik kalkınmayı teşvik etmek için güçlü araçlar olarak görülen STEM alanlarında öğrencilerin katılımını arttırmanın önemini vurgulamaktadırlar (Engineers Australia, 2009; Tytler, Osborne, Williams, ve Cripps-Clark, 2008). Malezya'da da STEM eğitime olan gereksinimden bahsedilmiş, bu ülkede STEM yaklaşımına ilişkin öğretmen eğitim programlarının , öğretmenlerin STEM'e karşı olan ilgilerini, tutumlarını, yeterlilik algılarını ve bilgilerini olumlu şekilde artırttığını gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Osman ve Saat, 2014; Shahali vd., 2015). Hindistan da STEM alanında çalışmaların gereğinden bahseden ülkelerden biridir (Kurup, Chandra ve Binoy, 2015).

Ülkemizde ulusal Fen Bilimleri Öğretim Programı incelendiğinde (2018) bu programda STEM eğitimi yaklaşımının benimsendiği görülmektedir. Hazırlanan öğretim programının temel becerileri arasında "Mühendislik ve Tasarım Becerileri" yer almaktadır. Bu beceri, Fen bilimlerinin teknoloji, matematik ve mühendislikle bütünleştirilmesini sağlamayı, problemlere disiplinler arası bakış açısı kazandırmayı, öğrencileri buluş ve inovasyon yapabilme seviyesine ulaştırmayı kapsamaktadır. Milli Eğitim Bakanlığı tarafından hazırlanan 2015-2019 Stratejik Planında da STEM'in güçlendirilmesine yönelik eylem planlarından bahsedilmiştir. Ayrıca STEM eğitimiyle ilgili Avrupa Okul Ağı tarafından yürütülen Scientix Projesine, Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü 2014 yılından itibaren ulusal destek noktası olarak dâhil olmuştur (MEB, 2016). STEM eğitime önem veren kuruluşlardan biri de Türk

Sanayicileri ve İş Adamları Derneği (TÜSİAD)'dir. TÜSİAD (2014), ülkemiz için STEM eğitiminin önemli olduğunu, STEM alanında mezun olacak öğrenci sayısının artırılması gerektiğini, yeni iş alanlarının geliştirilmesi ve istihdama önem verilmesi gerektiğini belirtmiştir. STEM eğitime önem veren bir diğer kuruluş da TÜBİTAK'tır. 2011-2016 TÜBİTAK Bilim Teknoloji Kalkınma Planı, öğrencilerin STEM eğitimini destekleyici bazı faaliyetleri içermektedir (Baran, Canbazoglu-Bilici, ve Mesutoğlu, 2015). Bu kalkınma planında, ilkokul ve ortaokul düzeyinde bilim fuarları, gençler için uzay bilimleri, matematik, fen bilimleri ve teknoloji alanlarında yapılacak etkinliklerin desteklenmesi gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca, ülkemizde STEM eğitimiyle ilgili olarak, TÜBİTAK tarafından çeşitli illerde bilim merkezleri açılmaya başlanmıştır. Bilim merkezlerinde, ders dışı zamanlarda öğrencilerle STEM etkinlikleri yapılmaktadır (STEM Akademi, 2013).

Eğitimcilerin karşılaştıkları birçok zorluktan biri karmaşık yapıdaki sıra dışı problemlerin çözümlerinin STEM eğitimi bağlamında öğrenciye hangi yollarla öğretileceğidir. Bir başka deyişle STEM eğitimi okul matematiğinde uygulanırken hangi yöntemler kullanılmalıdır? Bu soruların cevapları ülkemizde de tartışılmakta ve STEM eğitiminde disiplinlerin entegrasyonunun hangi yollarla sağlanacağına dair bir fikir birliğine varılamamaktadır. STEM eğitime geçişi sağlayan araçlardan biri Model Oluşturma Etkinlikleri (MOE)'dir (Zawojewski, 2016). Model Oluşturma Etkinlikleri (MOE) öğrencileri karmaşık gerçek yaşam problemlerini çözmek için model kurmaya zorlayan, kurdukları modelleri test etmeye teşvik eden ve kuramsal yapısı *Matematiksel Model ve Modelleme Perspektifine (MMP)* dayanan açık uçlu problem çözme etkinlikleridir (Lesh, Hoover, Hole, Kelly, & Post, 2000, p. 597). Okul matematiğinde MOE'ler, öğrencilerin matematiğin STEM alanlarında gerektiği gibi esnek, yaratıcı ve güçlü yollarla kullanılmasına olanak sağlama potansiyeline sahiptir. Çünkü MOE'ler, matematiksel okur yazarlık gelişimini (Steen, Turner ve Burkhardt, 2007), matematiğe yönelik üretken eğilimleri (Lesh ve Yoon, 2007) ve matematiksel içeriğin ve uygulamaların derin ve entegre anlayışını desteklemektedir (Lehrer ve Schauble 2007). MOE'lerde öğrenciler düşünce süreçlerini açık bir şekilde belgeler, sınırlılıkları göz önünde bulundurur, problemin çözüm sürecinde fen ve matematik bilgilerini kullanır (Chamberlin ve Moon, 2006; English, 2009; Lesh ve Caylor, 2007; Lesh, Hoover, Hole, Kelly, Post 2000; Shahbari ve Peled, 2017; Zieffler ve Garfield, 2009). MOE'lerde öğrencilere model geliştirilmesini içeren karmaşık gerçek yaşam problemleri üzerinde çalışma olanağı sunulur. Kaliteli STEM entegrasyon müfredatına yönelik bir çerçeve, MOE'lerin yapısına bağlanmıştır (Stohlmann, Moore ve Cramer 2013). Çerçeveye göre, öğretim programları (a) anlamlı bir amaca ve ilgi uyandıran bir bağlama hizmet edecek, (b) öğrencilerin problem çözme becerilerini ve mühendislik tasarımlarını geliştirmelerini sağlayacak, (c) öğrencilerin başarısız olmaları durumunda yeniden tasarlama ve öğrenme fırsatı bulmalarına izin verecek, (d) uygun matematik ve / veya bilim içeriğine sahip olacak, (e) öğretmen de dahil olmak üzere öğrenci merkezli pedagoji, kolaylaştırıcı ve iş birlikçi öğrenmeyi destekleyecek, (f) iletişim becerileri ve ekip çalışmasını teşvik edecek şekilde tasarlanmalıdır (Maiorca ve Stohlmann, 2016). Ülkemizde STEM eğitimi ile ilgili çeşitli

projeler ve akademik çalışmalar yapılmıştır (Baran, Canbazoğlu-Bilici, ve Mesutoğlu, 2015; MEB, 2016). Bu çalışmalarda STEM eğitime geçişte hangi etkinliklerin/problemlerin kullanılacağına ilişkin somut bir öneriden bahsedilmediği görülmektedir. Dolayısıyla çalışmanın STEM eğitime geçiş için somut ürünler ortaya atması bakımından önemli olduğu düşünülmektedir. Bu bağlamda bu çalışmada MOE'lerin özellikleri göz önünde bulundurularak Disiplinler Arası Model Oluşturma Etkinlikleri (DAMOE) geliştirilmiş ve öğrenme ortamında bu DAMOE'lerin uygulamaları yapılmıştır. Bu veriler bağlamında çalışmanın araştırma sorusu şu şekildedir:

- STEM eğitime geçişte disiplinler arası bir doğaya sahip olan DAMOE'lerin öğrenme ortamında kullanılmasına ve etkilerine ilişkin öğretmen ve öğrenci görüşleri nelerdir?

Araştırmanın amacı, STEM eğitime geçişte Disiplinler Arası Model Oluşturma Etkinliklerinin (DAMOE) öğretimde bir araç olarak kullanılıp kullanılmayacağını öğretmen ve öğrenci görüşleri doğrultusunda belirlemektir.

Kuramsal Çerçeve

STEM eğitime geçişi sağlayan en önemli araçlardan biri matematiksel modellemedir (Doğan, Gürbüz, Çavuş Erdem ve Şahin, 2018). Model oluşturma etkinlikleri (MOE) matematiksel modelleme uygulamalarıdır. Matematiksel modelleme uygulamaları doğaları gereği farklı disiplinlere ait kavramlardan oluşmaktadır (Stohlmann, Moore, & Roehrig 2012). Literatürde üzerinde anlaşmaya varılan tek bir matematiksel modelleme tanımı yoktur. Bunun yerine, bireysel yazarlar tarafından ortaya konan tanımlar, açıklamalar veya paylaşılan varsayımlar bulunmaktadır. Kaiser'e (2016) göre matematiksel modelleme, gerçek yaşam durumunu anlamlı hale getirmek amacıyla bir durumu tanımlamak, kontrol etmek veya en uygun şekle getirmek için sonuçları yorumlamak ve model üzerinde değişiklikler yapmak için yaratıcı bir süreç olarak görülmektedir. Literatürde yapılan tanımlardan (Bliss, Fowler, ve Galluzo 2014, Cirillo, Pelesko, Felton-Koestler, Rubel, 2016; Edwards ve Hamson, 2007) yola çıkarak matematiksel modellemenin özellikleri şu şekilde açıklanabilir:

- Matematiksel modelleme, otantik gerçek yaşam durumlarıyla ilgilidir, tam olarak tanımlanmamış, tek bir doğru cevabı olmayan karmaşık gerçek dünya problemleri ile başlar.
- Matematiksel modelleme, gerçek yaşamdaki olguları açıklamak ve gerçek yaşam durumları hakkında geleceğe dair tahminlerde bulunmak için kullanılır. Yaratıcılık, seçim yapma, tahmin yürütme ve karar vermeyi gerektirir.
- Matematiksel modelleme, model yapan kişinin yaratıcı olmasını, tercihler ve tahminler yapmasını, karar vermesini gerektirir.
- Matematiksel modelleme döngüsel bir süreçtir.
- Matematiksel modellemede çok sayıda çözüm yolu ve cevap olabilir.
- Matematiksel modelleme mühendisler, matematikçiler, sosyal bilimciler, ekonomistler ve çeşitli disiplinlerde yaygın olarak kullanılır.

Pollak'a (2012) göre, matematiksel modelleme ile problem çözme arasındaki en büyük fark, problem çözenin gerçek dünyaya atıfta bulunmaması ya da atıfta bulunsa bile idealleştirilmiş bir gerçek yaşam durumunun matematiksel terimlerle ifade edilmesi ile başlar ve matematiksel bir sonuç ile sona erer. Buna karşılık, modelleme "karmaşık" dünyada başlar, problemin formüle edilmesi ve problemi çözme aşamalarından sonra, modelleyici, sonuçların orijinal bağlama göre değerlendirildiği gerçek dünyaya geri döner. Geleneksel problem çözme yaklaşımında gerçek yaşam problemleri ve bu problemlerin özelliklerinden bahsedilmekte fakat gerçek yaşam ile okul matematiği arasında köprü işlevi görebilecek problemlerin hangileri olabileceği ile ilgili spesifik örnekler verilmemektedir. Modelleme yaklaşımında ise, problemin hazırlık aşamasında hangi disiplinleri içerdiği ve gerçek yaşamın hangi alanıyla ilgili olduğu bellidir. Bu problemin nasıl geliştirildiği, hangi bileşenleri içerdiği, nasıl uygulanacağı ayrıntılı olarak açıklanır.

Yöntem

Araştırma Deseni ve Uygulama Süreci

Bu araştırmada öğretmenlerin disiplinlerin gerçek hayatla ilişkileri, disiplinler arası ilişkilendirme ile ilgili ön görüşlerini belirlemek ve öğretmen ve öğrencilerin DAMOE'lerin uygulamaları hakkındaki son görüşlerini belirlemek için nitel araştırma tekniklerinden yarı-yapılandırılmış görüşme tekniği kullanılmıştır. Model oluşturma etkinlikleri geliştirilmeden önce matematik ile Fen bilimleri disiplinlerinin gerçek yaşam ve birbirleriyle ilişkilerini öğrenmek amacıyla öğretmenlerle yarı-yapılandırılmış ön görüşmeler yapılmıştır. Bu görüşmelerde, "Matematik eğitiminde gerçek hayat problemlerinden faydalanılması hakkındaki düşünceleriniz nelerdir?", "Matematiği diğer disiplinlerle ilişkilendirirken nasıl bir yöntem kullanırsınız", "Derslerinizi işlerken matematik ile ilişkilendirdiğiniz konular oluyor mu?", "Sizce bu ilişkilendirmenin öğrencilere yansması nasıl olur?", "Modelleme etkinliklerini daha önce duydunuz mu?" gibi sorular sorularak öğretmenin disiplinler arası görüşleri ortaya konmuştur. Her bir öğretmenle yapılan ön görüşme yaklaşık 30 dakika sürmüştür. Daha sonra araştırmacı-Matematik-Fen bilimleri öğretmenleri ile iş birliği içerisinde çalışarak matematik ile Fen bilimleri disiplinlerini kapsayan ve öğrencileri düşünmeye zorlayan üç adet Disiplinler Arası Model Oluşturma Etkinlikleri (DAMOE) geliştirilmiştir (Örnek etkinlik Ek-1'de verilmiştir). Her problemde Fen bilimleri dersinin öğrenme alanıyla ilgili bir konu seçilmiş ve bu dersin öğretmenleriyle birlikte hazırlanan model oluşturma etkinliklerinin içeriği bu konu bağlamında tartışılmıştır. Seçilen konunun matematikle ilişkisi incelenmiş, bu konu doğrultusunda geliştirilen modelleme problemlerinin, çözüm için genellenebilir bir matematiksel model oluşturup oluşturamayacağı tartışılarak geliştirilen problemlere son hali verilmiştir. Geliştirilen problemler öğrencilere 3 ve 4 kişilik iki grup halinde uygulanmıştır. Bu problemlerin uygulanması 4 hafta sürmüştür. Her bir problem ile ilgili ayrıntılı bilgi Tablo-1'de verilmiştir. Her öğretmen kendi disiplini ile ilgili bölümün uygulamasını yapmıştır. Araştırmacılar da öğrenme ortamında gözlemlerde bulunmuşlardır. Bu uygulamalar bittikten sonra öğretmenlerle yarı-yapılandırılmış son görüşmeler ve öğrencilerle de uygulama süreci hakkında yarı-yapılandırılmış görüşmeler yapılmış, öğretmen ve öğrencilerin DAMOE'ler hakkındaki

görüşleri belirlenmeye çalışılmıştır. Son görüşmede öğretmenlere “Bu tür problemlerle (DAMOE) daha önce karşılaştınız mı?”, “Bu problemlerin (DAMOE) disiplinler arası ilişkilendirme becerisini geliştirdiğini düşünüyor musunuz?”, “Sizce bu tür problemler disiplinler arası öğrenmeyi geliştirir mi?”, “Sizce bu tür problemler (DAMOE) müfredatta yer almalı mıdır?”, “Bu problemlerin müfredatta yer alması öğrencilere ne gibi faydalar sağlayabilir?” gibi sorular sorulmuştur. Her bir öğretmenle yapılan son görüşme yaklaşık 30 dakika sürmüştür. Öğrencilere ise “Bu tür problemlerle daha önce hiç karşılaştınız mı?”, “Bu problemler size ne gibi fayda sağladı?” gibi sorular sorularak öğrencilerin görüşleri alınmıştır. Çalışmaya katılan 7 öğrencinin DAMOE’ler hakkındaki görüşlerini belirlemek için her biri ile ayrı ayrı son görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Her bir görüşme yaklaşık 20 dakika sürmüştür. Bulgular bölümünde bazı öğrenci görüşlerinden kesitler verilmiştir.

Tablo 1. Uygulanan disiplinler arası model oluşturma etkinlikleri (mat-fen) ve ilişkili oldukları konular

Problemin Adı	İlgili Kavramlar (Matematik/Fen)	Konu ve Gerçek Bağlamı	Yaşam Uygulama Süresi	Uygulama takvimi (2016)
Diyabet (Şeker Hastalığı)	Olasılık/Vücudumuz	Sağlık (Tıp)	40-60 dakika (3 seans)	Mayıs ayının ilk haftası
Deredeki Kirliliği Belirleme	Model geliştirme/Ekosistem	Çevre (Kirlilik)	40-60 dakika (4 seans)	Mayıs ayının ikinci haftası
Enerji Tasarrufu	Kombinasyon, Olasılık/Güç, motor gücü, watt, kilowat	Enerji, Beyaz Eşya	60-80 dakikalık (4 seans)	Mayıs ayının üçüncü haftası

Katılımcılar

Araştırmanın katılımcıları Doğu Anadolu Bölgesindeki bir ilin merkez okulunda görev yapan 2 öğretmen (Matematik, fen bilimleri) ile aynı okuldan seçilen yedi (7) 7. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Öğretmen seçiminde gönüllülük, aynı okulda çalışma ve deneyime sahip özellikler ön planda tutulmuştur. Öğrencilerin okul yaşantıları ve buldukları sınıf seviyesi dikkate alındığında belki de en kritik dönem 7. sınıf seviyesidir. Çünkü 7. sınıfta ortalama 13 yaşlarında olan öğrenciler, bilişsel gelişim dönemlerinden olan soyut işlem döneminin başlarındadırlar. Ayrıca öğretmen ve araştırmacıların birlikte geliştirdikleri model oluşturma etkinlikleri yedinci sınıf ve üzerindeki seviye sınıfları için uygundur. 8.sınıf öğrencilerinin sınav kaygısı olduğundan dolayı çalışmanın 7.sınıf öğrencileriyle yürütülmesi daha uygun görülmüştür.

Veri Toplama Araçları

Öğretmen ve öğrencilerin Disiplinler Arası Model Oluşturma Etkinliklerine ilişkin görüşlerini belirlemek amacıyla açık uçlu sorulardan yarı yapılandırılmış görüşme formu hazırlanmıştır. Yapılacak olan bir çalışma öncesinde bir ön çalışmanın yapılması, veri toplama araçlarının son şeklinin verilmesi ve kullanılacak olan veri toplama araçlarının geçerlik ve güvenilirliğinin kontrol edilmesi ve sağlanması açısından önemlidir. Bu çalışmada görüşme formu hazırlanmadan önce araştırmacılar tarafından ayrıntılı bir literatür taraması yapılmıştır. Görüşme sorularının istenilen verileri sağladığı kanısına varılarak veri toplama sürecine geçilmiştir. Görüşme sürecinde, sorulan sorulara, karşı tarafın rahat, dürüst ve doğru bir biçimde tepkide bulunması sağlanmıştır. Görüşme formunda yer alan soruların daha rahat anlaşılması için sorulan sorulara ek olarak görüşme sırasında alternatif sorular sorulmuştur. Böylece katılımcıların soruları anlamaları kolaylaştırılmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2011).

Verilerin Analizi

Öğretmen ve öğrencilerle yapılan yarı-yapılandırılmış görüşmeleri analiz etmek için nitel araştırmalarda sıkça kullanılan betimsel analiz yöntemi kullanılmıştır. Betimsel analizde elde edilen veriler daha önceden belirlenen temalara göre özetlenir ve yorumlanır. Betimsel analizde, görüşülen bireylerin görüşlerini çarpıcı bir şekilde yansıtmak amacıyla doğrudan alıntılara sıkça yer verilir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Öğretmenlerle yapılan yarı-yapılandırılmış ön görüşmelerden elde edilen veriler belirli temalar altında (*Matematik ile Gerçek Hayat, Disiplinler Arası İlişkilendirme*) analiz edilmiştir. Son görüşmede ise öğretmenlerden elde edilen görüşler *DAMOE'leri Çözmenin Öğrencilere Faydası, DAMOE'lerin Müfredattaki Yeri temaları altında analiz edilmiştir*. Süreç hakkında öğrencilerden elde edilen görüşler ise *DAMOE Algısı ve DAMOE'leri Çözmenin Öğrencilere Faydaları, DAMOE'lerin Ders Kitaplarındaki Yeri* temaları altında analiz edilmiştir. Öğretmen ve öğrencilerin cevaplarından doğrudan alıntılara yer verilmiş araştırmacılar bu alıntılardan çıkarımlarda bulunmuşlardır (Eric, Dawn, Wanty, ve Seto, 2015). Bu bağlamda çalışmada analizin yapılacağı temalar ve kodlar (Ö_M : *Matematik öğretmeni*, Ö_F : *Fen bilimleri öğretmeni*, $\text{Ö}_{1,2,3\dots}$: *Öğrenciler*) belirlenerek analiz çerçevesi oluşturulmuştur (Tablo-2). Oluşturulan analiz çerçevesinden bir örnek aşağıda verilmiştir.

Tablo 2. Analiz Çerçevesi

Tema	Alıntılar	Yorum/Çıkarım
Tema 1	Ö_M :	
Tema 2: Disiplinler ve Gerçek Hayatla İlişkileri	Ö_F : Fen Bilimleri dersi günlük hayatla iç içe olan bir derstir. Örneklerle somutlaştırır, günlük hayatla ilişkilendiririm.	*Fen Bilimleri dersini günlük hayatla ilişkilendirme
Tema 3	$\text{Ö}_{1,2,3\dots}$:	

Bulgular

Bu bölümde ilk önce öğretmenlerle yapılan ön görüşmeler daha sonra öğretmen ve öğrencilerle yapılan son görüşmelere yer verilecektir.

Öğretmenlerle Yapılan Ön Görüşmelerden Elde Edilen Bulgular

Öğretmenlerle yapılan ön görüşmede elde edilen bulgular “Disiplinler ve Gerçek Hayatla İlişkileri”, “Disiplinler Arası İlişkilendirme”, temaları çerçevesinde gerçekleştirilerek sunulmuştur. Öğretmenlerin sorulara verdiği cevaplardan alıntılara yer verilmiş ve bu alıntılardan çıkarımlarda bulunulmuştur.

Disiplinler ve Gerçek Hayatla İlişkileri

Öğretmenlerle yapılan ön görüşmede öğretmenlerin disiplinlerle gerçek yaşam arasındaki ilişkileri hakkında görüşleri alınmıştır. Aşağıda Matematik ile Fen bilimleri öğretmenlerinin disiplinler ve gerçek yaşamla ilgili görüşleri Tablo-3'te verilmiştir.

Tablo 3. “Disiplinler ve Gerçek Hayatla İlişkileri” Temasına Göre Ön Görüşmelerden Elde Edilen Bulgular

Tema	Alıntılar	Yorum/Çıkarım
Disiplinler ve Gerçek Hayatla İlişkileri	<p>ÖM: ...Bazı öğrenciler konuları günlük hayatta kullanmadığımız için öğrenmeye de gerek yok derler. Bunun için konu anlatıldıktan sonra örnekler verilirken o örnekleri günlük hayattan seçersek daha güzel olur. Örnek veriyorum: diyelim ki 100 km'lik bir yolda bir araç 5 lt yakıt harcamıştır. Buna göre 400 km'lik yolda ne kadar yakıt harcar? Yani bu şekilde günlük hayattan örnekler verirsek daha güzel olur diye düşünüyorum. Mesela şuan yüzdeler konusunu işliyoruz. Yüzdeyi öğreniyoruz da yüzdenin amacı ne, günlük hayatta nerede kullanıyoruz? Bu tip sorularda şunu yaparız: Öğrenciler alışverişi sevdiği için bir pantolon düşünelim. 100 tl lik olsun. %30 indirim yapılırsa kaç tl olur? Öğrencilere şunu derim: Eğer bu konuyu öğrenirseniz çoğu mağazada indirim olur, ürünlerin indirimli fiyatlarının ne kadar olacağını hesaplırsınız.</p> <p>ÖF: Fen Bilimleri dersi günlük hayatla iç içe olan bir derstir. Örneklerle somutlaştırır, günlük hayatla ilişkilendiririm.</p>	<p>*Matematiği günlük hayatla ilişkilendirme</p> <p>*Günlük hayattan örnek verme</p> <p>*Öğrenilen konuların günlük yaşamda öğrenciye faydaları</p> <p>*Fen Bilimleri dersini günlük hayatla ilişkilendirme</p>

Matematik öğretmeni, geçmişte yaşadığı deneyimlerden öğrencilerin disiplinlerin günlük yaşamla ilişkileri hakkında yorumlarda bulunmuştur. Öğretmen daha önce öğrencilerin matematiği günlük hayatta bir karşılığının olmadığını düşündükleri için öğrenmeye gerek duymadıklarını belirten ifadelerle karşılaştığını söylemiştir. Bunun için konuları işlerken günlük hayattan örnekler seçilmesi gerektiğini dile getirmiştir. Matematiğin günlük hayatla ilişkili olduğunu belirtmek için hareket problemleri ve yüzdeler konusundan örnekler vermiştir. Fen bilimleri öğretmeni ise dersinin günlük hayatla iç içe bir ders olduğunu belirtmiş, örneklerle konuları somutlaştırdığını söylemiştir.

Disiplinler Arası İlişkilendirme

Öğretmenlerle yapılan ön görüşmede öğretmenlerin görüşlerinin alındığı diğer bir konu disiplinler arası ilişkilendirme. Bu temada öğretmenlerin disiplinler arası ilişkilendirme yapıp yapmadıkları, ilişkilendirme yaparken ne gibi zorluklarla karşılaştıkları, ilişkilendirme yaparken materyal eksikliği hissedip etmedikleri gibi konularda görüşleri alınmıştır. Aşağıda öğretmenlerden elde edilen görüşler Tablo-4'te verilmiştir.

Tablo 4. “Disiplinler Arası İlişkilendirme” Temasına Göre Ön Görüşmelerden Elde Edilen Bulgular

Tema	Alıntılar	Çıkarım/Yorum
Disiplinler Arası İlişkilendirme	<p>ÖM: <i>Disiplinler arası ilişki. Tüm dersler birbiriyle bağlantılı. Zaten konuyu anlatınca günlük hayattan örnek verdiğimizde ilişkilendirme yaparız. Bazı konuları anlatırken materyal olmuyor. Bir materyal olursa daha güzel olur.</i></p>	<p>*Disiplinler arası ilişki kurma *İlişkilendirmede materyal eksikliğini belirtme</p>
	<p>ÖF: <i>Fen Bilimleri dersi matematik ile bağlantılı bir derstir. Hem cebirsel ifadeler hem de formülleri hesaplarken matematiksel işlemlerden yararlanırız. Örneğin $d = \frac{m}{v}$ formülünde bir yoğunluğu hesaplarken matematiksel bir işlem olan kütleyi hacme böleriz. İlişkilendirme yaparken kısmen materyal eksikliği hissediyorum. Fen Bilimleri dersini somutlaştırmak matematiğe göre biraz daha kolaydır.</i></p>	<p>*Disiplinler arası ilişki kurma *İlişkilendirmede kısmen materyal eksikliğini belirtme</p>

Matematik öğretmeninden elde edilen görüşler incelendiğinde öğretmen disiplinlerin birbirleriyle ilişkili olduğunu, kendi disiplini ile ilgili konuları anlatırken günlük yaşamla ilişkilendirme yaptığını ve disiplinler arası ilişkilendirme yaparken materyal eksikliği hissettiğini belirtmiştir. Fen bilimleri öğretmeni, Fen Bilimleri disiplinin matematik disiplini ile ilişkili bir ders olduğunu, kendi disiplini ile ilgili konuları anlatırken matematiksel formül ve hesaplamaları kullandığını örnek vererek belirtmiştir. Öğretmen, fen bilimleri disiplini matematik disiplinine göre somutlaştırmanın daha kolay olduğunu belirtmiştir. Ayrıca fen bilimleri öğretmeni ilişkilendirme yapmak için kısmen materyal eksikliği hissettiğini belirtmiştir. Tablo-4 incelendiğinde her iki öğretmenin de ilişkilendirmede materyal eksikliği hissettikleri görülmektedir.

Öğretmenlerle Yapılan Son Görüşmelerden Elde Edilen Bulgular

Öğretmenlerle yapılan son görüşmeden elde edilen bulgular “DAMOE’leri Çözmenin Öğrencilere Faydası”, “DAMOE’leri Müfredattaki Yeri”, temaları çerçevesinde gerçekleştirilerek sunulmuştur. Öğretmenlerin sorulara verdiği cevaplardan alıntılara yer verilmiş ve bu alıntılardan çıkarımlarda bulunulmuştur.

DAMOE’leri Çözmenin Öğrencilere Faydası

Öğretmenlerle yapılan son görüşmede öğretmenlerin Disiplinler Arası Model Oluşturma Etkinlikleri (DAMOE) hakkındaki görüşleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu

tema altında öğretmenlerin DAMOE'lerle daha önce karşılaşmış ve karşılaşmadıkları, DAMOE'lerin disiplinler arası ilişkilendirme becerisine etkisi gibi konular hakkında görüşleri alınmıştır. Aşağıda öğretmenlerden elde edilen cevaplar Tablo-5'te verilmiştir.

Tablo 5. "DAMOE'leri Çözmenin Öğrencilere Faydası" Temasına Göre Yarı-Yapılandırılmış Son Görüşmelerden Elde Edilen Bulgular

Tema	Alıntılar	Çıkarım/Yorum
DAMOE'leri Çözmenin Öğrencilere Faydası	<i>ÖM: Bu kadar kapsamlı problemlerle daha önce karşılaşmadım. Öğrencilerin sürekli sorduğu sorulardan biri "Bu konu günlük hayatta ne işimize yarar?". Öğrenciler bu tür problemlerle karşılaştıktan sonra artık bu soruları sorma ihtiyacı hissetmezler. Bu tür problemlerle disiplinler arası öğrenme muhakkak gelişir. Öğrenciler derslere ön yargılı yaklaşırlar. Örneğin bir öğrenci matematik dersini çok sevdiğini ama Fen bilimleri dersini sevmediğini söyler. Öğrenci bu tür problemler karşılaştığında problemin bileşenleri hem matematik hem de Fen bilimleri derslerinin kavramlarından oluştuğundan, öğrenci matematiği sevdiği için süreç içerisinde Fen bilimleri dersine olan ön yargısı değişebilir.</i>	*DAMOE'lerle daha önce karşılaşmama *DAMOE'lerin günlük yaşamla ilişkileri *DAMOE'lerin disiplinler arası öğrenmeyi geliştirdiğini belirtme *DAMOE'lerin disiplinlere olan ön yargıyı değiştirebilme
	<i>ÖF: Bu problemlerle daha önce karşılaşmadım. Bu tür problemlerin Fen-Matematik ilişkilendirme becerisini geliştirdiğini düşünüyorum. Birimler arası dönüşümler yapma, bir referans noktasına göre karşılaştırma, cebirsel hesaplamalar yapma gibi konular matematikle ilişkilendirilir.</i>	*DAMOE'lerle daha önce karşılaşmama *Disiplinler arası ilişkilendirme becerisini geliştirme *Disiplinler arası ilişkilendirmeye örnekler verme (DAMOE'lerden).

Matematik öğretmeninden elde edilen görüşler incelendiğinde öğretmenin daha önce sınıf ortamında öğrencilerin günlük yaşamla matematik arasındaki ilişki hakkında öğrencilerin çeşitli sorularıyla karşılaştığını, DAMOE'lerle öğrencilerin artık bu tür soruları sorma ihtiyacı duymayacaklarını belirtmiştir. Ayrıca öğretmen DAMOE'lerle daha önce karşılaşmadığını, DAMOE'lerde matematiğin günlük yaşamla ilişkilendirildiği, DAMOE'lerin disiplinler arası öğrenmeyi geliştirdiğini ve DAMOE'lerin disiplinlere olan ön yargıyı değiştirebileceğini belirtmiştir. Fen bilimleri öğretmeni de DAMOE'lerle daha önce karşılaşmadığını ve DAMOE'lerin disiplinler arası ilişkilendirme becerisini geliştirdiğini kendi disiplininden çeşitli konuları örnek vererek açıklamıştır.

DAMOE'leri Müfredattaki Yeri

Öğretmenlerle yapılan son görüşmede öğretmenlerin DAMOE'lerin müfredattaki yeri ile ilgili görüşleri belirlenmeye çalışılmıştır. Yapılan görüşmeler sonucunda elde edilen bulgular aşağıda Tablo-6'da verilmiştir.

Tablo 6. "DAMOE'lerin Müfredattaki Yeri" Temasına Göre Son Görüşmelerden Elde Edilen Bulgular

Tema	Alıntılar	Çıkarım/Yorum
DAMOE'lerin Müfredattaki Yeri	<p>ÖM: Matematik Uygulamaları dersinin bu tür problemlerden (DAMOE) oluşması gerekir. Dikkat ederseniz öğrenciler "Bu tür problemlerle ne zaman ders yapacağız?" gibi sorular sormaktadırlar. Öğrenciler bu problemleri çözmeye isteklidirler. Matematik başarısı çok düşük olan öğrencinin bile bu problemleri çözmeye istekli olması bu problemin önemini gözler önüne sermektedir. Öğrenciler bu problemlerle karşılaştıkça matematiğe karşı olumlu bir tutum sergilemektedir.</p> <p>ÖF: Bu tür problemler müfredatta yer almalıdır. Bu problemler öğrencilerin analiz-sentez yapma gücünü artırır.</p>	<p>*Matematik Uygulamaları dersinde DAMOE'lere yer verme</p> <p>*DAMOE'lerin matematiğe olan tutumu pozitif yönde etkileme</p> <p>*DAMOE'lerin müfredatta yer alması gerektiğine inanma</p> <p>*DAMOE'lerin müfredatta yer alması gerektiğine inanma</p> <p>*DAMOE'lerin analiz-sentez becerilerini geliştirme</p>

Matematik öğretmeni, mevcut müfredat programında yer alan Matematik Uygulamaları dersinde DAMOE'lere yer verilmesi gerektiğini belirtmiş, öğrencilerin bu problemleri çözmeye istekli olduklarını ve bu problemlerin öğrencilerde disiplinlere olan ön yargıları değiştirebileceğini açıklamıştır. Öğretmen, matematik dersi akademik başarısı düşük olan öğrencilerin bu problemlerle karşılaştıktan sonra matematiğe karşı olumlu bir tutum sergilediklerini belirtmiştir. Fen bilimleri öğretmeni, DAMOE'lerin müfredatta yer alması gerektiğini düşünmüş, bu problemlerin öğrencilerde analiz-sentez becerilerini geliştirdiğini belirtmiştir.

Uygulama Hakkında Öğrenci Görüşleri

DAMOE'lerin uygulamaları bittikten sonra öğrencilerin bu uygulamalar hakkındaki görüşleri belirlenmeye çalışılmıştır. Öğrencilerle yapılan görüşmeden elde edilen bulgular "DAMOE Algısı ve DAMOE'leri Çözmenin Öğrencilere Faydaları", "DAMOE'lerin Ders Kitaplarındaki Yeri", temaları çerçevesinde gerçekleştirilerek sunulmuştur. Öğrencilerin sorulara verdiği cevaplardan doğrudan alıntılara yer verilmiş ve bu alıntılardan çıkarımlarda bulunulmuştur.

DAMOE Algısı ve DAMOE'leri Çözmenin Öğrencilere Faydaları

Öğrencilerle yapılan görüşmede öğrencilerin DAMOE'ler hakkında görüşleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu tema altında öğrencilerin DAMOE'lerle daha önce karşılaşmış ve karşılaşmadıkları, bu tür problemlerin öğrencilere ne gibi faydalar sağladığı

konuları hakkında görüşleri belirlenmeye çalışılmıştır. Aşağıda öğrencilerin bu konular hakkındaki görüşleri Tablo-7’de verilmiştir.

Tablo 7. “DAMOE Algısı ve DAMOE’leri Çözmenin Öğrencilere Faydaları” Temasına Göre Öğrencilerle Yarı-Yapılandırılmış Görüşmelerden Elde Edilen Bulgular

Tema	Alıntılar	Çıkarım/Yorum
DAMOE’leri Çözmenin Öğrencilere Faydaları	Ö ₁ : <i>Hayır. Bu tür problemlerle daha önce hiç karşılaşmadım. Bu problemleri çözdükten sonra dersler arası bağlantı yapmayı öğrendim. Örneğin Matematik-Fen Bilimleri arası bağlantı yapmayı öğrendim. Bu bana dersleri daha fazla sevdirdi. Ben bu problemlerde hem matematik hem diğer dersleri öğrendim.</i>	*DAMOE’lerle daha önce karşılaşmama *DAMOE’lerin disiplinler arası ilişkilendirme becerisini geliştirdiğini belirtme
	Ö ₂ : <i>Bu problemleri çözdükten sonra tüm derslerde çok iyi oldum. Örneğin Fen Bilimleri-Matematik bu dersleri hiç sevmezdim ve bu derslerde iyi değildim. Bu problemleri çözdükten sonra bu derslerde iyi oldum ve başarılı oldum.</i>	*DAMOE’lerin disiplinler arası öğrenmeyi sağladığını belirtme *DAMOE’lerin disiplinlere olan tutumu olumlu yönde etkileme
	Ö ₃ : <i>Bu problemler benim bilgi kapsamımı arttırdı. Ben bu problemlerle hayatın her yerinde Matematik, Fen Bilimleri derslerinin olduğunu anladım. Ben Matematik-Fen derslerinin birlikte kullanıldığında ne kadar eğlenceli olduğunu ve insana ne gibi katkıları olduğunu öğrendim. Bu problemlerde sadece bilgim değil özgüvenim de arttı.</i>	*DAMOE’lerin disiplinleri gerçek hayatla ilişkilendirmede katkı sağlama *DAMOE’lerin özgüveni artırma

Tablo-7 incelendiğinde öğrenciler DAMOE’lerle daha önce hiç karşılaşmadıklarını, DAMOE’lerin disiplinler arası ilişkilendirme becerisi ve disiplinlere olan tutumu olumlu yönde geliştirdiğini belirtmişlerdir. Bunun yanında DAMOE’lerin özgüveni arttırdığını, matematiğe olan tutumu olumlu yönde etkilediğini belirten öğrenciler de mevcuttur.

Sonuç ve Tartışma

Öğretmenlerle Yapılan Yarı-Yapılandırılmış Ön Görüşmelere Yönelik Sonuç ve Tartışma

Öğretmenlerle yapılan yarı-yapılandırılmış ön görüşmede elde edilen sonuçlar “Disiplinler ve Gerçek Hayatla İlişkileri”, “Disiplinler Arası İlişkilendirme”, temaları ile ilişkilendirilerek sunulmuştur. Çalışma sürecine katılan öğretmenler disiplinlerin günlük yaşamla ilişkilendirmesi gerektiği konusunda hem fikirdirler. Matematik öğretmeni, kendi disiplini ile ilgili bir konuyu anlatırken o konu ile ilgili örneklerin günlük yaşamdan seçilmesi gerektiğini belirtmiştir. Benzer şekilde fen bilimleri öğretmeni de konuları somutlaştırıp günlük yaşamla ilişkilendirdiğini belirtmiştir. 2018’de yayınlanan Matematik Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) özel amaçları arasında matematiksel kavramları anlayabilen ve bu kavramları günlük yaşamda kullanabilen bireylerin yetiştirilmesi yer almaktadır (MEB, 2018). Aynı programda hemen hemen her sınıf düzeyinde (1-8) hedeflenen kazanımlarla ilgili

günlük hayatla ilişkilendirmelerinin önemine vurgu yapılmıştır. 8. Sınıf eşitsizlikler konusunda yer alan bir kazanım şu şekildedir: “Birinci dereceden bir bilinmeyenli eşitsizlik içeren günlük hayat durumlarına uygun matematik cümleleri yazar”. Bu kazanıma günlük yaşamdan şu örnek verilmiştir: “*Anaokuluna en az 3 yaşında olan çocuklar kabul ediliyor*” ifadesinde çocukların yaşı x ile temsil edildiğinde, eşitsizlik $x \geq 3$ olarak belirtilebilir. Aynı yıl yayınlanan İlköğretim Fen Bilimleri Öğretim Programında da Fen Bilimleri dersinin özel amaçları arasında günlük yaşam sorunlarına ilişkin sorumluluk alan ve bu sorunları çözmede fen bilimlerine ilişkin bilgi, bilimsel süreç becerileri ve diğer yaşam becerilerini kullanan bireylerin yetiştirilmesi hedeflenmektedir. Bu programda da yer alan kazanımlarda günlük yaşama sürekli vurgu yapılmıştır. Bu kazanımlardan biri şu şekildedir: “Günlük yaşamda hareketli cisimlerin sebep olabileceği tehlikeleri tartışır” Günlük yaşamdan bu kazanıma şu örnek verilmiştir: “*Okul koridorunda koşan bir öğrencinin durmakta olan bir öğrenciye çarpması durumunda oluşabilecek durumlar, sürücülerin aracın kontrolünü kaybetmesi sonucunda can ve mal kayıplarının oluşması, çığ, sel vb. örnekler verilir*”. Disiplinlerin günlük yaşamla ilişkilendirilmesi sadece ülkemiz öğretim programında değil, farklı ülkelerin öğretim programlarında da yer almaktadır. Amerika Birleşik Devletleri’nin matematik öğretim programında (CCSSM, 2010) matematiğin günlük yaşamla ilişkilendirmesine sıkça vurgu yapılmıştır. Bu programda matematiğin günlük yaşamla ilişkilendirilmesine ilişkin gerçek yaşam problemlerine vurgu yapıldığı görülmektedir (CCSSM, 2010). Öğretim programları dışında disiplinlerin günlük yaşamla ilişkilendirilmesinin öğrencilerin disiplinlere olan ilgisini ve akademik başarısını arttırdığına ilişkin farklı araştırma sonuçları literatürde mevcuttur (Delice ve Sevimli, 2009; Gürbüz, 2008; Özgen, 2013; Remijan, 2017; Toluk-Uçar, 2011). Çalışma kapsamında uygulanan DAMOE’ler incelendiğinde disiplinlerin gerçek yaşamla ilişkilendirildiği görülebilir. Örneğin, Enerji Tasarrufu Probleminde beyaz eşya alınırken hangi özelliklerin dikkate alınması gerektiği vurgulanmıştır. Hemen hemen herkesin günlük yaşamda karşılaştığı bir konunun seçilmesi öğrencilerin ilgisini çekmiştir. Fen bilimleri ile ilgili kavramların sıkça kullanıldığı bu problemde öğrenciler farklı değişkenleri dikkate alarak hangi ürünleri alacaklarına karar vermişlerdir.

Çalışma sürecine katılan iki öğretmen konuları işlerken disiplinler arası ilişkilendirme yaptıklarını belirtmişlerdir. Fen bilimleri öğretmeni, fen bilimlerinin matematik ile ilişkili olduğunu, cebirsel ifadeler ve hesaplamalarda matematiğin kullanıldığını belirtmiştir. Ayrıca iki öğretmen de disiplinler arası ilişkilendirme yaparken materyal eksikliği yaşadığı konusunda hem fikirdirler. İlköğretim Matematik Dersi Öğretim Programında (2018) matematiğin diğer disiplinlerle ilişkilendirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Programda disiplinler arası ilişkilendirmenin önemi şu şekilde açıklanmıştır: “Matematiğin hayatın bir parçası olduğu unutulmamalı, bunun için her fırsat matematiksel düşünmenin gelişimi için değerlendirilmelidir. Bu amaçla diğer derslerle Matematik dersi arasında yeri geldikçe ilişkilendirmeler yapılmalıdır. Örneğin gerek günlük hayatta karşılaşılan gerekse Hayat Bilgisi ve Sosyal Bilgiler dersi içinde yer bulan ekmeğin israfı, geri dönüşüm, sağlıklı ve planlı hayat, vergi bilinci, sosyal güvenlik hak ve yükümlülükleri gibi konular özellikle vurgulanmalı ve bu konularda

örnekler verilmelidir". İlgili literatürde disiplinler arası ilişkilendirmenin öneminden bahsedilmiş, Matematik ile Fen bilimleri disiplinlerinin birbirleriyle ilişkili ve bütünleşik yapıda olduğu ve en çok ilişkilendirmenin bu iki disiplin arasında yapıldığı vurgulanmıştır (Karakuş, Türkkkan, Karakuş, 2017; Keşan ve Kaya, 2008; Matthews, Adams ve Goos, 2009; Doğan, Gürbüz, Çavuş Erdem ve Şahin, 2018). Bu çalışmalara paralel olarak uzun süreçlerden oluşan bazı projeler disiplinler arası ilişkilendirme üzerinedir. Stinson ve arkadaşları (2009) orta öğretim fen ve matematik öğretmenlerinin entegrasyonu anlayışlarını incelemiştir. Öğretmenlerin entegrasyon anlayışındaki farklılıklar tespit edilmiş ve farklı disiplinlerin içerik bilgisi entegrasyon yapmaya engel olduğu sonucu tespit edilmiştir. Shulman ve Armitage (2005), ortaokul öğretmenlerinin çeşitli alanlardan mezun olan lisans öğrencilerinin öğretim asistanları olarak katıldığı atölye çalışmalarında disiplinler arası keşif odaklı etkinlikler geliştirdikleri beş yıllık bir projeye ilgili rapor hazırlamışlardır. Bu raporda, standart matematik testleri için gerekli şartları karşılayan öğrencilerin sayısında önemli bir artış olduğu ve üniversite öğrencilerinin bir kısmının öğretmenlik mesleğini sürdürmeye teşvik ettiği vurgulanmıştır. Dorn ve arkadaşları (2005), özellikle ABD'de K-8 sınıflarında, coğrafya öğretimine ayrılan saati gittikçe azalmasıyla mücadele etmek için tanıtılan, disiplinler arası bir Coğrafya ve Matematik Bölümü olan GeoMath'ı değerlendirmişlerdir. Parr ve arkadaşları (2009) 447 'Tarım, Güç ve Teknoloji' (APT) öğrencilerini (deneysel n = 206; kontrol n = 241) içeren Oklahoma'daki 38 liseden gelen öğretmenleri ve öğrencileri içeren deneysel bir çalışma yapmışlardır. Çalışma sonucunda bağlamsallaştırılmış, matematikle geliştirilmiş lise APT müfredatına ve hiyerarşik öğretim yaklaşımına katılan öğrencilerin seçilmiş matematik kavramlarını geleneksel müfredatta yer alan öğrencilerden daha derin ve daha sürekli bir şekilde öğreneceğini öne sürmüşlerdir. Bu projelerin yanı sıra farklı eğitim yaklaşımlarında da disiplinler arası ilişkilendirme vurgulanmıştır. STEM eğitimi yaklaşımında disiplinler arası ilişkilendirme sıkça vurgulanmaktadır. STEM eğitimi, öğrencilerin problemlere disiplinler arası perspektiften yaklaşmasını hedeflemektedir (Şahin, Ayar ve Adıgüzel, 2014). Bu eğitimin amaçları arasında disiplinler arası ayrımı ortadan kaldırarak, disiplinler arası entegrasyonu oluşturmak ve tüm öğretim kademlerinde sorgulayan, eleştiren, üreten ve inovatif düşünen bireylerin yetiştirilmesi yer almaktadır (MEB, 2016; Wang, 2012). Uygulama öncesinde öğretmenler disiplinler arası ilişkilendirme yaptıklarını fakat ilişkilendirme yaparken hangi yöntemi uygulayacakları konusunda zorluk yaşadıklarını belirtmişlerdir. Fen bilimleri ve matematik disiplinleri doğaları gereği birbirleriyle ilişkili disiplinlerdir. Öğretmenlerin disiplinler arası ilişkilendirme yapmalarında iki disiplinin ilişkili yapısının matematiksel hesaplamalar gerektirmesi, fen bilimleri ile ilköğretim matematik öğretmenliği bölümünün birbirinin yan dalı olması gibi nedenler etkili olmuş olabilir. Öğretmenlerin ilişkilendirme yaparken hangi yöntemleri kullanacakları konusunda zorlanmaları mevcut programdan dolayı olabilir. Çünkü halihazırdaki program incelendiğinde disiplinler arası ilişkilendirmenin nasıl yapılacağı, hangi etkinliklerin kullanılacağına ilişkin ayrıntılı bilgilerin yer almadığı görülebilir.

Öğretmen ve Öğrencilerle Uygulama Süreci Hakkında Yapılan Yarı-Yapılandırılmış Son Görüşmelere Yönelik Sonuç ve Tartışma

Öğretmenlerle yapılan yarı-yapılandırılmış son görüşmeden elde edilen bulgular “DAMOE’leri Çözmenin Öğrencilere Faydası”, “DAMOE’leri Müfredattaki Yeri”, “DAMOE’leri Çözmenin Öğrencilere Faydası” temaları çerçevesinde sunulmuştur. Elde edilen bulgular incelendiğinde çalışma sürecine katılan öğretmenlerin bu kadar kapsamlı problemlerle ilk defa karşılaştıkları sonucu tespit edilmiştir. Günümüz eğitim programı incelendiğinde gerçek yaşam problemleri ve bu problemlerin özelliklerinden bahsedilmekte fakat gerçek yaşam ile okul matematiği arasında köprü işlevi görebilecek problemlerin hangileri olabileceği ile ilgili spesifik örnekler verilmemektedir. DAMOE’lerde ise, problemin hazırlık aşamasında hangi disiplinleri içerdiği ve gerçek yaşamın hangi alanıyla ilgili olduğu bellidir. Bu problemin nasıl geliştirildiği, hangi bileşenleri içerdiği, nasıl uygulanacağı ayrıntılı olarak açıklanır. Ayrıca DAMOE’lerin uygulama süreci geleneksel problemlerden farklıdır. DAMOE’lerin uygulama sürecinde öğretmen/ler öğrencilerin ortaya çıkardığı ürünleri sınıf ortamında tartışmaya açarak öğrencilerin ne tür kazanımlar elde ettiklerini gözlemler ve varsa eksikliklerini tamamlar (Mousoulides ve English 2012). Fen bilimleri öğretmeni, DAMOE’lerin ilişkilendirme becerisini geliştirdiğini örnek vererek açıklamıştır. Matematik öğretmeni de bu tür problemlerin disiplinler arası öğrenmeyi desteklediğini belirtmiş, disiplinlere olan ön yargıyı değiştirebileceğini dile getirmiştir (Tablo-5). Öğretmenlerin görüşlerinde yer verdikleri gibi (Tablo-5) çalışma kapsamında uygulanan Enerji Tasarrufu Problemi incelendiğinde Matematik ile Fen bilimleri disiplinlerinin birbirleriyle ilişkilendirildiği görülebilir. Örneğin, “watt”, “kilowat”, “joule”...vb. birimler daha çok Fen bilimleri disiplininde kullanılan kavramlardır. Öğrenciler bu birimlerle ilgili dönüşümleri yaparken matematiksel hesaplamalar yapmışlardır. Zawojewski (2016)’ye göre model oluşturma etkinlikleri (MOE) öğrencilerin matematiği STEM alanlarında gerektiği gibi esnek, yaratıcı ve güçlü yollarla kullanmalarını sağlama potansiyeline sahiptir. Gainsburg (2013) da, disiplinler arası ilişkilendirmede en kapsamlı etkinliklerin MOE’ler olduğunu belirtmiştir. Ayrıca farklı çalışmalarda model oluşturma etkinliklerinin matematik okuryazarlığının gelişimini desteklediğini (Steen, Turner ve Burkhardt, 2007), matematiğe karşı üretken eğilimleri teşvik ettiğini (Lesh ve Yoon, 2007) ve temelde tüm STEM disiplinleri için gerekli olan matematiksel içerik ve uygulamaların (Lehrer ve Schauble, 2007) derin, bütünlük anlayışını desteklediği sonuçları tespit edilmiştir. Bu anlamda araştırma sonuçlarında elde edilen öğretmen görüşlerinin literatürle uyumlu olduğunu söylemek mümkündür.

“DAMOE’leri Müfredattaki Yeri” teması çerçevesinde elde edilen bulgular incelendiğinde, matematik öğretmeni Matematik Uygulamaları dersinde DAMOE’lere yer verilmesi gerektiği, öğrencilerin bu problemleri çözmeye istekli olduğu ve bu problemlerin öğrencilerde disiplinlere olan tutumu değiştirebileceğini dile getirmiştir. Fen bilimleri öğretmeni ise, DAMOE’lerin müfredatta yer alması gerektiğini düşünmüş, bu problemlerin öğrencilerde analiz-sentez becerilerini geliştirdiğini belirtmiştir. Okul matematiğinde modelleme uygulamalarına yer verilmesi 1686’dan beri tartışılmaya başlanmıştır (Freudenthal, 1968). Kaiser’e (2016) göre, matematiksel modelleme

uygulamaları, Avrupa ve Kuzey Amerika'da on dokuzuncu yüzyılda okul matematiğinde çok önemli bir rol oynamıştır. Pollak (2003) tüm öğrencilerin matematiği günlük yaşamlarında, vatandaş olarak ve iş gücü olarak kullanabilmeleri için matematiksel modellemeyi öğrenmeleri gerektiğini savunmuştur. Matematik öğretim programlarında matematiksel modellemeye yer verilmesi gerektiği uluslararası literatürde farklı çalışmalarda vurgulanmıştır (Blum, 2002; Maaß, 2005; Schaap, Vos ve Goedhart, 2011; Yu ve Chang, 2011). Ülkemizde de modellemenin okul müfredatında yer alması ile ilgili çalışmalar incelendiğinde (Akgün ve ark, 2013; Çiltaş ve Işık, 2013; Deniz, 2014; Güder, 2013; Özer Keskin, 2008) tüm çalışmalarda modelleme uygulamalarının matematik öğretim programlarında yer alması gerektiği sonucu tespit edilmiştir.

DAMOE'lerin uygulamaları bittikten sonra öğrencilerin bu uygulamalar hakkındaki görüşleri belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen bulgular incelendiğinde öğrencilerin DAMOE'lerle daha önce hiç karşılaşmadıkları, DAMOE'lerin öğrencilerde disiplinler arası ilişkilendirme becerisi ve disiplinlere olan tutumu olumlu yönde geliştirdiği, DAMOE'lerin öğrencilerin özgüvenini arttırdığı sonuçları tespit edilmiştir. Cavey ve Champion (2016)'a göre model oluşturma etkinlikleri öğrencilerin matematiksel fikirleri anlamlandırma ve kullanma, problemleri çözmek için kendi stratejilerini geliştirme ve başkalarının çalışmalarını eleştirme fırsatı sağlar. Amerika'nın matematik öğretim programlarında (CCSSM, NGA ve CCSSO, 2010) öğrencilerin matematik ve mühendislik gibi diğer disiplinlerle ilişki kurması beklenmektedir (NAS, 2014). Bu ilişkiyi sağlayacak öğretim araçlarından birinin model oluşturma etkinlikleri (MOE) olduğu belirtilmiştir. Öğrenciler MOE'lerde matematik ve fen bilimlerini, mühendislik tasarım sürecini kullanarak gerçek dünya durumlarına uygularlar (Maiorca ve Stohlmann, 2016). "*DAMOE'lerin Ders Kitaplarındaki Yeri*", teması çerçevesinde öğrencilere "Bu tür problemlerin okul kitaplarında yer almasını ister miydiniz?" gibi sorular sorulmuştur. Elde edilen bulgular incelendiğinde öğrencilerin DAMOE'lerin ders kitaplarında yer alması gerektiği konusunda hemfikir oldukları görülmüştür. Ayrıca DAMOE'lerin öğrencilerin düşünme becerilerini geliştirdiği sonuçları tespit edilmiştir. İlgili literatürde farklı çalışmalarda model oluşturma etkinliklerinin okul müfredatında yer alması gerektiği vurgulanmıştır (Akgün ve ark, 2013; Blum, 2002; Çiltaş, 2011; Deniz, 2014; Ferri, 2011; Güder, 2013; Maaß, 2005; Özer Keskin, 2008; Schaap, Vos ve Goedhart, 2011; Yu ve Chang, 2011). Model oluşturma etkinliklerinin çözüm sürecinde öğrenciler kendi düşüncelerini üretme ve bu düşünceleri ifade etme şansı yakalarlar. Bu da öğrencilerin yaratıcı düşünceler üretmesine katkı sağlar (Blum, 2002; Blum ve Ferri, 2009). Ayrıca farklı çalışmalarda MOE'lerin öğrencilerin matematiksel düşünme ve problem çözme becerisini geliştirdiği sonucu tespit edilmiştir (English ve Watters, 2004).

Öğretmenlerin ve öğrencilerin görüşlerine göre, DAMOE'lerin STEM eğitiminde önemli bir araç olduğu söylenebilir. DAMOE'ler ile öğrenciler matematik ve fen ile ilgili kavramları birlikte öğrenmişlerdir. Öğrenciler bu kadar kapsamlı etkinliklerle ilk defa karşılaştıklarını belirtmişlerdir. Bu sonuçlar ışığında şu öneriler sunulabilir:

- Ortaokullarda uygulanan Matematik Uygulamaları dersinin içeriği bu etkinlikler bağlamında tartışılabilir.
- Ortaokul matematik öğretim programı matematiksel modelleme etkinlikleri bağlamında yeniden tartışılabilir.
- STEM eğitiminin önemine ciddi vurgular yapılmasına rağmen, STEM'in uygulanmasıyla ilgili çalışmaların sınırlı olduğu ülkemizde bu tür etkinlikler bir STEM eğitime geçişte bir araç olarak kullanılabilir.

Kaynaklar

- Akademi, S. T. E. M. (2013). Dünyada STEM. 15. 06. 2016 tarihinde www.stemakademi.com.tr adresinden erişildi.
- Akgün, L., Çiltaş, A., Deniz, D., Çiftçi, Z., & Işık, A. (2013). İlköğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme ile ilgili farkındalıkları. *Adiyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(6), 1-34.
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T., & Özdemir, S. (2015). *STEM eğitimi Türkiye raporu*. İstanbul: Scala Basım.
- Australia, E. (2009). Australian engineering competency standards-Stage 1. *Competency Standards For Professional Engineers*.
- Baran, E., Canbazoğlu-Bilici, S., & Mesutoğlu, C. (2017). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) spotu geliştirme etkinliği. *Journal of Inquiry Based Activities*, 5(2), 60-69.
- Bliss, K. M., Fowler, K. R., & Galluzo, B. J. (2014). *Math modeling: Getting Started & Getting Solutions*. Philadelphia, PA: SIAM.
- Blum, W. (2002). ICMI Study 14: Applications and modelling in mathematics education—Discussion document. *Educational studies in mathematics*, 51(1-2), 149-171.
- Blum, W., & Ferri, R. B. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt?. *Journal of mathematical modelling and application*, 1(1), 45-58.
- Cavey, O.L. & Champion, J. (2016). *Learning secondary school mathematics through authentic mathematical modeling tasks*. In C. Hirsch and A.R. McDuffie, eds. Annual Perspectives in Mathematics Education 2016: Mathematical Modeling and Modeling Mathematics. Reston, VA: NCTM, pp.131-141.
- Chamberlin, S. A., & Moon, S. M. (2006). Model-eliciting Activities: An Introduction to Gifted Education. *Journal of Secondary Gifted Education*, 17, 37-47.
- Chan, C. M. E., Ng, K. E. D., Widjaja, W., & Seto, C. (2015). A case study on developing a teacher's capacity in mathematical modelling. *The Mathematics Educator*, 16(1), 1-31.
- Cirillo, M., Pelesko, J.A., Felton-Koestler, M. D., (2016). *Perspectives on Modeling in School Mathematics*. In C. Hirsch and A.R. McDuffie, eds. Annual Perspectives

- in Mathematics Education 2016: Mathematical Modeling and Modeling Mathematics. Reston, VA: NCTM, pp.3-16.
- Common Core State Standards Initiative. (2010). *Common core state standards for mathematics (CCSSM)*. Washington, DC: National Governors Association Center for Best Practices and the Council of Chief State School Officers.
- Çiltaş, A., & Işık, A. (2013). Matematiksel modelleme yoluyla öğretimin ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının modelleme becerileri üzerine etkisi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 13(2), 1177-1194.
- Delice, A., Sevimli, E., & Aydın, E. (2009). Reflections in Peer Evaluation: Is the Attended Teacher Training Program the Implemented Training program?. *Research in Mathematical Education*, 13(2), 141-150.
- Deniz, D. (2014). Ortaöğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme yöntemine uygun etkinlik oluşturabilme ve uygulayabilme yeterlikleri. *Retrieved from Atatürk Üniversitesi-Dijital Arşiv Açık Erişim Sistemi*, (123456789/1223).
- Doğan, M. F., Gürbüz, R., Çavuş Erdem, Z. ve Şahin, S., (2018). STEM eğitimine geçişte bir araç olarak matematiksel modelleme. R. Gürbüz ve M. F. Doğan (Ed.), *Matematiksel modellemeye disiplinler arası bakış: Bir STEM yaklaşımı*. (ss. 43-56). Ankara: Pegem Akademi.
- Dorn, R. I., Douglass, J., Ekiss, G. O., Trapido-Lurie, B., Comeaux, M., Mings, R., & Ramakrishna, B. (2005). Learning geography promotes learning math: Results and implications of Arizona's GeoMath grade K-8 program. *Journal of Geography*, 104(4), 151-159.
- Edwards D, Hamson M (2007). *Guide to mathematical modelling*. Industrial. Press, South Norwalk.
- English, L. D. (2009). Promoting interdisciplinarity through mathematical modelling. *ZDM*, 41(1-2), 161-181.
- English, L. D. (2015). STEM: Challenges and opportunities for mathematics education. In *Proceedings of the 39th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 1, pp. 4-18). PME.
- English, L., & Sriraman, B. (2010). Problem solving for the 21 st century. In *Theories of mathematics education* (pp. 263-290). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Freudenthal, H. (1968). Why to teach mathematics so as to be useful. *Educational studies in mathematics*, 1(1-2), 3-8.
- Gainsburg, J. (2013). Learning to model in engineering. *Mathematical Thinking and Learning*, 15(4), 259-290.
- Güder, Y. (2013). *Ortaokul matematik öğretmenlerinin matematiksel modellemeye ilişkin görüşleri*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

- Gürbüz, R. (2008). *Matematik öğretiminde çoklu zekâ kuramına göre tasarlanan öğrenme ortamlarından yansımalar*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kaiser, G. (2016). The Teaching and Learning of Mathematical Modeling. In *Handbook for Research in Mathematics Education*, edited by Jinfa Cai. Reston, Va.: National Council of Teachers of Mathematics.
- Karakuş, M., Türkkın, B. T., & Karakuş, F. (2017). Fen Bilgisi ve İlköğretim Matematik Öğretmenlerinin Disiplinlerarası Yaklaşımına Yönelik Görüşlerinin Belirlenmesi. *İlköğretim Online*, 16(2).
- Karasar, N. (2004). *Bilimsel araştırma yöntemi*. Ankara. Nobel Yayın Dağıtım
- Keşan, C., & Kaya, D. (2008). Fen öğretiminde hibritleşmiş bir öğrenme ortamı nasıl olmalı. *Bilim, Eğitim ve Düşünce Dergisi*, 8(4).
- Kurup, A., Chandra, A., & Binoy, V. V. (2015). Little minds dreaming big science': Are we really promoting 'children gifted in STEM'in India. *Current Science*, 108(5), 779-781.
- Lehrer, R., & Schauble, L. (2007). Contrasting emerging conceptions of distribution in contexts of error and natural variation. *Thinking with data*, 149-176.
- Lesh, R., & Caylor, B. (2007). Introduction To Special Issue: Modeling as application versus modeling as a way to create mathematics. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*. 12 (3), 173-194.
- Lesh, R., & Yoon, C. (2007). What is distinctive in (our views about) models & modelling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching?. In *Modelling and applications in mathematics education* (pp. 161-170). Springer, Boston, MA.
- Lesh, R., Hoover, M., Hole, B., Kelly, A., & Post, T. (2000). *Principles for developing thought-revealing activities for students and teachers*. In A. Kelly, & R. Lesh. (Eds.), *Handbook of Research Design in Mathematics and Science Education* (pp. 591-645). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Maaß, K. (2005). Barriers and opportunities for the integration of modelling in mathematics classes: results of an empirical study. *Teaching Mathematics and Its Applications: International Journal of the IMA*, 24(2-3), 61-74.
- Maiorca, C., & Stohlmann, M. S. (2016). *Inspiring students in integrated STEM education through modeling activities*. In C. Hirsch and A.R. McDuffie, eds. *Annual Perspectives in Mathematics Education 2016: Mathematical Modeling and Modeling Mathematics*. Reston, VA: NCTM, pp.153-161.
- Matthews, K. E., Adams, P., & Goos, M. (2009). Putting it into perspective: mathematics in the undergraduate science curriculum. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 40(7), 891-902.

- MEB (2017). *Fen bilimleri dersi taslak öğretim programı* (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar): Ankara.
- MEB (2018). *Matematik dersi öğretim programı* (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar): Ankara.
- National Academy of Sciences (NAS). *STEM Integration in K–12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. Washington D.C.: National Academies Press, 2014.
- NGA & CCSSO (2010). National governors association center for best practices and council of chief state school officers (NGA Center and CCSSO). *Common Core State Standards for Mathematics*. Washington, D.C.
- Osman, K., & Saat, R. M. (2014). Science technology, engineering and mathematics (STEM) education in Malaysia. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 10(3), 153-154.
- Özer Keskin, Ö. (2008). *Ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yapabilme becerilerinin geliştirilmesi üzerine bir araştırma*. Yayınlanmamış doktora tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Özgen, K. (2013). Problem çözme bağlamında matematiksel ilişkilendirme becerisi: öğretmen adayları örneği. *Education Sciences*, 8(3), 323-345.
- Parr, B., Edwards, M. C., & Leising, J. G. (2009). Selected effects of a curriculum integration intervention on the mathematics performance of secondary students enrolled in an agricultural power and technology course: An experimental study. *Journal of Agricultural Education*, 50(1), 57-69.
- Pollak, H. (2012). *What is mathematical modeling?* In *Mathematical Modeling Handbook*, edited by Heather Gould, Diane R. Murray, and Andrew Sanfratello, pp. viii–xi. Bedford, Mass.: Consortium for Mathematics and Its Applications (COMAP).
- Remijan, K. W. (2017). Project-based learning and design-focused projects to motivate secondary mathematics students. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 11(1), 1.
- Sabelli, N. H. (2006). Complexity, technology, science, and education. *The Journal of the Learning Sciences*, 15(1), 5-9.
- Sahin, A., Ayar, M. C., & Adiguzel, T. (2014). STEM related after-school program activities and associated outcomes on student learning. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 14(1), 309-322.
- Schaap, S., Vos, P., & Goedhart, M. (2011). Students overcoming blockages while building a mathematical model: Exploring a framework. In *Trends in teaching and learning of mathematical modelling* (pp. 137-146). Springer, Dordrecht.

- Shahali, M., Hafizan, E., Halim, L., Rasul, S., Osman, K., Ikhsan, Z., & Rahim, F. (2015). Bitara-stem training of trainers'programme: impact on trainers'knowledge, beliefs, attitudes and efficacy towards integrated stem teaching. *Journal of Baltic Science Education*, 14(1).
- Shahbari, J. A., & Peled, I. (2017). Modelling in primary school: constructing conceptual models and making sense of fractions. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(2), 371-391.
- Shaughnessy, J. M. (2013). Mathematics in a STEM context. *Mathematics Teaching in the Middle school*, 18(6), 324-324.
- Shulman, V., & Armitage, D. (2005). Project discovery: An urban middle school reform effort. *Education and Urban Society*, 37(4), 371-397.
- Steen, L. A., Turner, R., & Burkhardt, H. (2007). Developing mathematical literacy. In *Modelling and applications in mathematics education* (pp. 285-294). Springer, Boston, MA.
- Stinson, K., Harkness, S. S., Meyer, H., & Stallworth, J. (2009). Mathematics and science integration: Models and characterizations. *School Science and Mathematics*, 109(3), 153-161.
- Stohlmann, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 2(1), 4.
- Şimşek, H., & Yıldırım, A. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Toluk Uçar, Z. (2011). Öğretmen adaylarının pedagojik içerik bilgisi: Öğretimsel açıklamalar. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 2(2).
- Tytler, R., Osborne, J., Williams, G., Tytler, K., & Cripps Clark, J. (2008). *Opening up pathways: Engagement in STEM across the primary-secondary school transition*. Edited by Tytler, Russell, Osborne, Jonathan, Williams, Gaye, Tytler, Kristin and Cripps Clark, John, Australian Department of Education, Employment and Workplace Relations, Canberra, A.C.T..
- Wang, H.H. (2012). A new era of science education: science teachers' perceptions and classroom practices of science, technology, engineering and mathematics (STEM) integration.. Retrieved from the University of Minnesota Digital Conservancy, <http://hdl.handle.net/11299/120980>.
- Watters, J. J., English, L. D., & Mahoney, S. (2004). *Mathematical modeling in the elementary school*. American Educational Research Association Annual meeting. San Diego.
- Yenilik, M. E. B., & Müdürlüğü, E. T. G. (2016). *STEM eğitimi raporu*. Ankara: MEB.
- Yu, S. Y., & Chang, C. K. (2011). *What did taiwan mathematics teachers think of model-eliciting activities and modelling teaching?*. In G. Kaiser, W. Blum, R. B.

- Ferri and G. Stillman (Eds.), Trends in teaching and learning of mathematical modelling: ICTMA 14 (pp. 147-156). Netherlands: Springer.
- Zieffler, A. S., & Garfield, J. B. (2009). Modeling the growth of students'covariational reasoning during an introductory statistics course. *Statistics Education Research Journal*, 8(1).
- Zawojewski, J. S. (2016). *Teaching and learning about mathematical modeling*. In C. Hirsch and A.R. McDuffie, eds. Annual Perspectives in Mathematics Education 2016: Mathematical Modeling and Modeling Mathematics. Reston, VA: NCTM, pp.51-52.

Ek 1. Disiplinler Arası Model Oluşturma Etkinliği: Enerji Tasarrufu Problemi



Her ikisi de öğretmen olan Serhat Bey ve Meral Hanım çifti yeni taşınacakları ev için beyaz eşya satan büyük bir mağazaya gitmişlerdir. Dört farklı markanın bulunduğu bu mağazadan buzdolabı, çamaşır makinesi, bulaşık makinesi, televizyon, elektrikli süpürge ve ütü alacaklardır. Bu dört markanın fiyatları birbirine yakın olduğu için Serhat Bey ve Meral Hanım çifti hangi marka beyaz eşya alacaklarına karar verememişlerdir. Bu sebeple her bir markaya ait güç, motor gücü, kullanılacak süre ve Tablo 1’de yer alan bu ürünlerin bazı özelliklerini dikkate alarak hangi ürünleri alacaklarına karar vereceklerdir. Güç, birim zamanda harcanan enerji miktarıdır. Elektriksel güç birimi Watt(W)’ tır. Güç hesaplanırken cihazın motor gücü de dikkate alınır. Motor gücü, cihazın bağlı bulunduğu motorun birim zamanda harcadığı enerjidir. Harcanan toplam güç, ortalama güç ile motor gücünün toplamıdır. Elektrik aletlerinin harcadığı elektrik enerjisi miktarı, kullanıldığı süreye de bağlıdır. Örneğin 200 Wattlık bir ampul ile çalışan gece lambası 1 saniyede ışık verdiği zaman 200 Joule enerji, aynı lamba, 2 saniye ışık verdiği zaman 400 Joule enerji harcar. Elektrikli araçların kullanım süresi arttıkça, harcadığı elektrik enerji miktarı da artmış olur. Bir cihazın gücü hesaplanırken süre saat olarak alındığında güç birimi kilowatt alınır. 1 kilowatt (kW) 1000 watt’a eşittir. Ürünlerle ilgili bazı özellikler aşağıda verilmiştir:



Buzdolabı alırken enerji tüketiminin yanı sıra dikkat edilmesi gereken özellikler vardır. Rafları tel şeklinde olan buzdolaplarının aralarında boşluklar olduğu için yiyecekler dökülebilir. Rafları cam şeklinde olan buzdolaplarında ise böyle bir durum söz konusu değildir. Son zamanlarda cam raflı buzdolapları daha çok tercih edilmeye başlanmıştır. Buzdolaplarındaki iç kapasite ailedeki kişi sayısına göre değişebilmektedir. Ayrıca elektrik kesintisinde yiyeceklerin saklanma süreleri fazla olan buzdolapları daha çok tercih edilmektedir.



Çamaşır makineleri tercih edilirken ailedeki kişi sayısı da dikkate alınır. Kalabalık ailelerde yıkama kapasitesi fazla olan makineler tercih edilir. Bir çamaşır makinesinde program sayısı ve sıkma hızı ne kadar fazla ise tercih edilme oranı da o kadar fazla olur.



Elektrik süpürgeleri tercih edilirken depolama hacmi, filtre çeşidi ve gürültü seviyeleri gibi özellikler dikkate alınır. Ailedeki kişi sayılarına göre depolama hacmine dikkat edilir. Bir elektrikli süpürge gürültü seviyesinin düşük olması tercih nedenidir. Ayrıca son zamanlarda su filtreli elektrikli süpürgelerde çokça tercih edilmektedir.



Televizyon alımında çözünürlük, ekran boyutu, görüntü yenileme hızı gibi özellikler dikkate alınır. Çözünürlüğü fazla olan televizyonların görüntüleri daha net olacağından tercih edilme oranları daha fazla olmaktadır. LCD televizyonlarda ekran boyu inç olarak belirtilmektedir. 1 inç yaklaşık olarak 2,5 cm’dir. Ayrıca görüntü yenileme hızı yüksek televizyonlar daha çok tercih edilmektedir.



Ütü alımında buhar basıncı, taban çeşidi ve su kapasiteleri gibi özellikler dikkate alınır. Buhar basıncı fazla, seramik tabanlı ütüler daha çok tercih edilmektedir. Bulaşık makinesi alımında program sayısı fazla ve su tüketimi az olan makineler tercih edilir. Son zamanlarda bulaşık makinelerinde parmak izi kalmayan inoks renk tercih edilmektedir.

HAZIRLIK SORULARI

- *Güç ve motor gücü nedir? Açıklayınız.*
- *Buzdolabı ve çamaşır makinesi alımında enerji tasarrufu dışında dikkat edilmesi gereken özellikler nelerdir? Kısaca açıklayınız.*
- *Bulaşık makinesi ve elektrik süpürgesi alımında enerji tasarrufu dışında dikkat edilmesi gereken özellikler nelerdir? Kısaca açıklayınız.*
- *Ütü ve televizyon alımında enerji tasarrufu dışında dikkat edilmesi gereken özellikler nelerdir? Kısaca açıklayınız.*
- *Watt (W) ile kilowatt (kW) arasında nasıl bir ilişki vardır?*
- *Aşağıdaki işlemleri yapınız.*

a) $4 W = \dots\dots\dots kW$

b) $0,25 kW = \dots\dots\dots W$

Problem: Serhat Bey ve Meral Hanım enerji tasarrufunu dikkate alarak aşağıda 4 farklı markaya ait ürünlerden seçim yapacaklardır. Ürün seçiminde enerji tasarrufu ve tabloda verilen özellikleri dikkate alarak öyle bir model geliştiriniz ki bu çift ikna olup sizin önereceğiniz markaları alsın. *Not: Ürünler farklı markalara ait olabilir.*

A MARKA				
ÜRÜNLER	GÜCÜ (WATT)	MOTOR GÜCÜ (WATT)	GÜN/HAFTA SAYISI	KULLANIM SIKLIĞI
Buzdolabı	970 W	10W	365	Kesintisiz
Çamaşır makinesi	2000 W	25W	52 hafta	Haftada 4 kere
Elektrik süpürgesi	990 W	15W	104 gün	30 dakika
Televizyon	100 W	3W	365 gün	5 saat
Ütü	1000 W	10W	52 hafta	Haftada 5 saat
Bulaşık makinesi	1200 W	15W	52 hafta	Haftada 5 kere

B MARKA				
ÜRÜNLER	GÜCÜ (WATT)	MOTOR GÜCÜ (WATT)	GÜN/HAFTA SAYISI	KULLANIM SIKLIĞI
Buzdolabı	950 W	5 W	365	Kesintisiz
Çamaşır makinesi	2010 W	20 W	52 hafta	Haftada 3 kere
Elektrik süpürgesi	975 W	10 W	100 gün	30 dakika
Televizyon	98 W	2 W	365 gün	7 saat
Ütü	1075 W	10 W	52 hafta	Haftada 4 saat
Bulaşık makinesi	1215 W	15 W	52 hafta	Haftada 3 kere

C MARKA				
ÜRÜNLER	GÜCÜ (WATT)	MOTOR GÜCÜ (WATT)	GÜN/HAFTA SAYISI	KULLANIM SIKLIĞI
Buzdolabı	940 W	10 W	365	Kesintisiz
Çamaşır makinesi	1950 W	25 W	52 hafta	Haftada 5 kere
Elektrik süpürgesi	950 W	10 W	108 gün	24 dakika
Televizyon	105 W	5 W	365 gün	3 saat
Ütü	1050 W	10 W	52 hafta	Haftada 6 saat
Bulaşık makinesi	1125 W	15 W	52 hafta	Haftada 6 kere

D MARKA				
ÜRÜNLER	GÜCÜ (WATT)	MOTOR GÜCÜ (WATT)	GÜN/HAFTA SAYISI	KULLANIM SIKLIĞI
Buzdolabı	1000 W	9 W	365	Kesintisiz
Çamaşır makinesi	2100 W	20 W	49 hafta	Haftada 3 kere
Elektrik süpürgesi	900 W	8 W	110 gün	20 dakika
Televizyon	110 W	5 W	300 gün	4 saat
Ütü	1100 W	10 W	52 hafta	Haftada 3 saat
Bulaşık makinesi	1150 W	15W	52 hafta	Haftada 4 kere

Tablo 1. Ürünlerin Özellikleri

Tür	A Marka	B Marka	C Marka	D Marka
Buzdolabı				
İç Kapasite	350 L	400 L	450 L	500 L
Elektrik Kesintisinde Saklama Süresi	30 saat	45 saat	40 saat	45 saat
Raf Türü	Tel	Cam	Tel	Tel
Çamaşır Makinesi				
Yıkama Kapasitesi	3kg	7 kg	6 kg	7 kg
Program Özellik Sayısı	3	5	9	7
Sıkma Hızı	800	900	1100	1000
Elektrik Süpürgesi				
Depolama Hacmi	2 L	2,5 L	3 L	3,5 L
Filtre Çeşidi	Toz torbalı	Su filtreli	Toz torbalı	Su filtreli
Gürültü Seviyesi	76 dB	78 dB	80 dB	77dB
Ütü				
Taban Çeşidi	Seramik	Teflon	Seramik	Teflon
Buhar Basıncı	5 bar	4,5 bar	4 bar	5,5 bar
Su Kapasitesi	1200 ml	1300 ml	1000 ml	1100 ml
Televizyon				
Çözünürlük	1920x1080	1900x1000	1850x980	1800x960
Ekran Boyutu	47 inç	46 inç	45 inç	44 inç
Görüntü Yenileme Hızı (HERTZ)	200 Hz	175 Hz	200 Hz	180 Hz
Bulaşık Makinesi				
Program Sayısı	2	3	6	5
Renk	Parlak Siyah	Parlak Bordo	Parmak İzi Kalmayan İnoks	Parmak izi Kalmayan İnoks
Su tüketimi	10 L	12	13 L	14 L